

Trabajo Fin de Máster

En Profesorado de E.S.O., F.P. y Enseñanzas de
Idiomas, Artísticas y Deportivas

Especialidad de física y química

La importancia de la transposición didáctica y
de la innovación metodológica

The importance of didactic transposition and
methodological innovation

Autor

Julia Espín Muñoz

Director

Jorge Diego Lahoza Pérez

FACULTAD DE EDUCACIÓN

2019

Índice

1. Introducción	3
1.1. Motivaciones para realizar el Máster y formación disciplinar	3
1.2. La profesión docente	4
2. Justificación de la selección de los trabajos o proyectos educativos realizados durante el Máster incluidos en la memoria	8
2.1. Transposición didáctica del modelo de Bohr en 4º ESO	8
2.1.1. La transposición didáctica como conexión entre la ciencia y la educación	8
2.1.2. Factores que afectan a la transposición didáctica	9
2.2.3. Metodología utilizada	10
2.1.4. Evaluación	11
2.2. PID – Flipped Classroom en dinámica de 4º ESO	11
2.2.1. Conexión de la educación con la sociedad	11
2.2.2. Situación actual de la enseñanza en las aulas	12
2.2.3. Las innovaciones metodológicas	13
2.2.4. Factores que afectan al diseño del proyecto	14
2.2.5. Metodología utilizada	15
2.2.6. Evaluación	16
3. Presentación de los trabajos seleccionados	17
3.1. Transposición didáctica del modelo de Bohr en 4º ESO	17
3.1.1. Descripción del trabajo y resultados	17
3.1.2. Perspectiva como alumna al final del Máster	18
3.1.3. Propuestas de mejora	19
3.2. PID – Flipped Classroom en dinámica de 4º ESO	20
3.2.1. Descripción del proyecto y resultados	20
3.1.2. Perspectiva como alumna al final del Máster	22
3.2.3. Propuestas de mejora	23
4. Reflexiones	25
4.1. Relaciones entre los proyectos	25
4.2. Valoración didáctica	26
4.2.1. Transposición didáctica del modelo de Bohr en 4º ESO	26
4.2.2. PID – Flipped Classroom en dinámica de 4º ESO	27

5. Conclusiones	31
5.1. Proceso formativo	31
5.2. Propuestas seleccionadas.....	31
5.3. Propuestas de futuro	32
6. Bibliografía.....	33
7. Anexos.....	36
7.1 Transposición didáctica del modelo de Bohr en 4º ESO.....	36
7.2 PID-Flipped Classroom en dinámica de 4º ESO	45

1. Introducción

Este Trabajo Final de Máster recoge diversos aspectos implicados en la profesión docente, centrándose sobre todo en la transposición didáctica y la innovación metodológica.

Está organizado de forma que, en primera instancia, se muestran mis motivaciones para realizar este Máster y una breve introducción sobre la profesión docente. Posteriormente, justifico la elección de dos de los trabajos educativos realizados este año, los presento y añado propuestas de mejora desde una perspectiva como alumna al final del Máster. Finalmente, planteo reflexiones en torno a ellos y conclusiones sobre este documento y mi futuro docente.

1.1. Motivaciones para realizar el Máster y formación disciplinar

Desde que era muy pequeña me ha atraído mucho ser profesora. Cuando nos preguntaban qué queríamos ser de mayores, yo siempre contestaba que quería enseñar, y es un pensamiento que ha estado conmigo hasta el día de hoy.

Posiblemente esto haya estado influenciado por mi situación familiar, soy la mayor de tres hermanos y además la mayor de todos los primos de mi familia, por lo que siempre he estado ayudando y enseñando cuando me era posible, y me encantaba. Además, mi madre también tuvo un papel muy importante para mí, ya que es profesora de matemáticas en educación secundaria, de ahí también mi gusto por esta profesión y las ciencias.

Cuando finalicé mis estudios de bachiller, tuve bastantes dudas cuando tuve que elegir la carrera universitaria a estudiar, pero al final me decidí por el Grado en física. No me había planteado nunca estudiar esta rama de la ciencia, en gran medida por el poco interés que promovía el que fue mi profesor de física y química hasta primero de bachillerato. Pero en segundo tuve dos profesores, uno para física y otra para química, ambos increíbles y se notaba que les gustaba tanto la ciencia como poder enseñarla. Esto dio lugar a una mayor implicación por parte de los alumnos y a un aumento del interés y la motivación por ambas ramas de la ciencia.

Terminé el grado en septiembre y ya no quedaban plazas para cursar este Máster ese mismo año. Por lo tanto, decidí estudiar un Máster en física de radiaciones. Pero observo que aunque me gusta, no estoy convencida. Además, durante todos esos años

he estado dando clases particulares, en distintos niveles y de distintas materias, y me he dado cuenta de que me gusta mucho enseñar, sobretodo Física y Química. Por ello, tan pronto como me fue posible envié la solicitud de inscripción en el Máster de Profesorado de Secundaria y aquí me encuentro, dando los primeros pasos para conseguir mis metas profesionales.

1.2. La profesión docente

En mi opinión, la docencia es una de las profesiones más bonitas que se pueden ejercer, ya que se está en contacto con personas constantemente, ayudándoles a aprender y a conseguir un buen futuro, mediando en los posibles problemas que puedan surgir y además puedes crear e innovar para que la experiencia de aprender sea interesante, motivadora y gratificante.

El Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española define la palabra profesor como “persona que ejerce o enseña una ciencia o arte” (Real Academia Española, 2014). Podríamos decir que esta figura apareció en la prehistoria, naciendo de la necesidad de la sociedad de transmitir un conocimiento.

Pero la función docente como la conocemos ahora ha cambiado enormemente desde entonces. Hoy en día, llamamos profesor a un individuo que se dedica profesionalmente a la educación y cuyo trabajo consiste en guiar el proceso de aprendizaje de sus alumnos.

Además, las preocupaciones en materia de educación han ido evolucionando y centrándose en nuevos aspectos. Actualmente, el problema reciente de dotar a los centros educativos e infraestructuras de telecomunicaciones y de sistemas y equipos informáticos ha quedado relegado a un segundo plano. En su lugar, la cuestión central reside en la innovación del modelo de enseñanza en las aulas (Area, 2008).

Esta innovación tiene un carácter muy variado, puede referirse tanto a nivel curricular como pedagógico y tiene que involucrar todos los factores presentes en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Además tiene que tener como base el aprendizaje del alumno y la atención a la diversidad (Domínguez, Rivilla y Sánchez, 2011).

Esto tiene gran relevancia en todas las especialidades educativas. Y entre ellas se encuentra la que nos incumbe en este documento, la didáctica de las ciencias

experimentales, centrada en la educación secundaria. No fue hasta los años cincuenta cuando se consideró la didáctica de las ciencias como una disciplina y en el que se empieza a transformar la enseñanza tradicional. Pero la visión de la ciencia estaba deformada y no había investigación en el ámbito didáctico (Porlán, 1998).

Se hizo una gran reforma curricular, la cual no solo involucró esta área educativa, y a partir de ahí surgió un movimiento centrado en la enseñanza experimental ayudado también por el auge del desarrollo tecnológico. Pero esta ciencia era simplista, positivista y centrada en la didáctica de la lógica científica. Esto dio lugar, a finales de los años setenta, a una crisis de la racionalidad científico-técnica que llevó a investigar nuevas metodologías de enseñar ciencias, más abiertas y cualitativas, en la cual se tiene una visión de la ciencia más relativista, constructivista y en el que se realizan estudios de las concepciones de los alumnos y de los profesores. A partir de entonces ya se considera la didáctica de las ciencias como una disciplina práctica (Porlán, 1998).

Todos estos cambios también se ven reflejados en los materiales usados para enseñar ya prender, y por ello es muy interesante analizar los cambios que se han ido produciendo en las adaptaciones llevadas a las aulas del contenido científico, es decir, cómo ha sido la transposición didáctica, sobre todo en los libros de texto ya que es un material que perdura en el tiempo fácilmente (Páez, Rodríguez, Níaz, 2002, citado en Cid y Dasilva, 2012).

Como profesores, tenemos una responsabilidad de enseñar de la mejor forma que podamos y eso no solo incluye la metodología, sino la forma de redactar e ilustrar el contenido a enseñar. Por esa razón, tenemos que tener especial cuidado con el material de estudio que proporcionamos a los alumnos ya que en caso contrario puede haber errores, dar lugar a ideas alternativas, dificultar el aprendizaje y no ser riguroso (Cuéllar, Gallego y Pérez, 2008).

Hoy por hoy, podemos comprobar que aún hay institutos de España en los que la parte práctica de las disciplinas científicas se sigue dejando de lado. Esto se puede atribuir principalmente a varios aspectos, uno de ellos es la metodología en lo referente a la enseñanza de las ciencias. Muchas de las clases se siguen dando del mismo modo que hace cincuenta años, mediante una pizarra y una tiza. Esto puede deberse al desconocimiento de los docentes actuales hacia otras metodologías o a la falta de motivación para ponerlas en práctica. En la última década se han divulgado muchísimas

innovaciones metodológicas, sobre todo gracias a la llegada de la era de la sociedad de la información.

Otra posibilidad es la falta de medios. Aunque hay ciertas experiencias de cátedra que se pueden realizar en las aulas, no siempre es así. Las prácticas de laboratorio son importantes en la enseñanza de la Física y la Química y por lo tanto es necesario tener un espacio adaptado, el cual no siempre existe, es demasiado pequeño o no tiene un mantenimiento adecuado. Y por otro lado, también está el problema de la necesidad de disponer de ciertos materiales.

El currículo de la asignatura también es otro factor a tener en cuenta. Si nos leemos el currículo de Física y Química que viene determinado en la Comunidad Autónoma de Aragón podemos comprobar cómo predominan los contenidos conceptuales en detrimento de los procedimentales y actitudinales. Y además, la extensión de conceptos que se pretende enseñar a los alumnos es muy elevada. Si queremos que el aprendizaje de los estudiantes sea significativo hay que dedicar tiempo a cada noción, no pudiendo enseñarlas superficialmente. Esto puede dar lugar a no terminar el temario la mayoría de los casos, de hecho si preguntamos, no hay muchos docentes que consigan enseñar todo aquello que marca el currículo.

Todo esto hace que muchos profesores opten por dejar de lado los trabajos prácticos, centrándose principalmente en los contenidos conceptuales, y usando en muchas ocasiones la metodología tradicional basada en el discurso del profesor enfrente de sus alumnos.

Por todo lo expuesto, es necesario que los futuros docentes seamos conscientes de que a pesar de las diversidades que nos vamos a encontrar, tengamos un espíritu positivo y la capacidad de superar los posibles obstáculos que puedan aparecer, guiando a nuestros alumnos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la forma a la que nosotros nos hubiese gustado que nos impartieran la clase, promoviendo el interés, la motivación y un espíritu crítico y científico, utilizando distintas metodologías, adaptándolas al grupo-clase e introduciendo los trabajos prácticos en la medida de lo posible.

Finalmente, y no por ello menos importante, los futuros docentes tenemos que dotarnos de ciertos conocimientos y destrezas antes de empezar a ejercer esta profesión,

y éste Máster es el comienzo. Ser profesor no es solo enseñar a los alumnos el contenido propio de la asignatura, involucra muchas más competencias y saberes, los cuales hemos empezado a desarrollar y asimilar en el Máster. Éstos se han ido tratando en las diferentes asignaturas e incluyen la actual legislación educativa, la organización de un centro escolar junto con el contexto social, cómo crear un buen clima de aula para facilitar la adquisición de competencias, habilidades y la educación en valores, comprender las características de los adolescentes, aprender a atender a la diversidad, prevenir y solucionar conflictos, las funciones de un tutor o conocer los procesos de enseñanza-aprendizaje más relevantes, entre otros.

2. Justificación de la selección de los trabajos o proyectos educativos realizados durante el Máster incluidos en la memoria

En este apartado se va a justificar la elección de dos trabajos o proyectos de entre todos los realizados a lo largo del Máster y que además me han influido en gran medida en mi proceso de aprendizaje como futura docente.

Los dos trabajos seleccionados son la transposición didáctica del modelo de Bohr en 4º ESO, realizado en el primer cuatrimestre y el proyecto de innovación docente sobre la metodología Flipped Classroom aplicado al contenido de dinámica de 4º ESO, realizado en el segundo cuatrimestre.

2.1. Transposición didáctica del modelo de Bohr en 4º ESO

2.1.1. La transposición didáctica como conexión entre la ciencia y la educación

Los profesores de secundaria son expertos en una cierta área científica, y esto es necesario ya que para poder enseñar unos conocimientos, el docente los tiene que haber adquirido y asimilado a un nivel superior de profundidad. Los profesores hacen de intermediarios entre el conocimiento en bruto de la ciencia y los alumnos (Sánchez y Valcárcel, 1993). Es su responsabilidad crear una conexión entre la ciencia y la educación en los centros educativos, y que además sea llamativa, interesante y motivadora.

Esto implica que una parte muy importante en los procesos de enseñanza-aprendizaje es que el profesor reflexione sobre aquello que quiere transmitir y cómo lo va a hacer. Además, tiene que actualizarse constantemente, ya que vivimos en una sociedad en constante cambio y en la cual, la investigación está a la orden del día (Fernández, 2003). También tiene que poder estructurar adecuadamente los contenidos, seleccionando cuáles va a tratar, definiendo el esquema conceptual y desarrollando procedimientos y actitudes científicas (Sánchez y Valcárcel, 1993).

Los alumnos que ahora mismo están en las escuelas no tienen el mismo perfil que el de el de la sociedad anterior. En la actualidad, en las aulas existe una mayor diversidad cultural, lingüística y étnica que demanda nuevos conocimientos y da lugar a nuevos desafíos, haciendo que la situación sea más dinámica y variada. Los profesores tienen que ser capaces de adaptarse y acomodarse al contenido, a la forma de enseñar y al contexto social (Fernández, 2003).

Para ser un buen profesor no solo es necesario haber adquirido un conocimiento y a posteriori exponerlo a los estudiantes, sino que se necesita reflexionar sobre el conocimiento científico para poder realizar una buena adaptación y llevarlo al aula. En esto consiste la transposición didáctica, la cual fue propuesta por Chevallard en 1985 y en la que se sigue trabajando hoy en día (Chevallard, 1997; De la Gandara, Gil, y Sanmarti, 2002). Por todo ello, me ha parecido muy interesante presentar este trabajo.

2.1.2. Factores que afectan a la transposición didáctica

Para poder realizar una buena transposición didáctica no solo es necesario conocer el tema a trabajar, sino que hay que investigar en qué momento fue creado el discurso para comprender en su plenitud todos los factores que pueden afectar, entre ellos, el currículo, al cual deben de ajustarse los docentes.

El currículo de ciencias se elaboró en un momento de la historia en el cual había una gran fuerza de la filosofía positivista y esto se aprecia en el discurso y el lenguaje de los materiales didácticos. Me he querido centrar en los libros de texto ya que era el principal método de difundir conocimiento utilizado en las escuelas, aunque también se podrían analizar otros registros. En general, los libros muestran una visión lineal y acumulativa de la ciencia, aceptan las ideas clásicas como verdaderas debido a los errores conceptuales de los libros y que, además, se transmiten progresivamente curso a curso (Páez, Rodríguez, Níaz, 2002, citado en Cid y Dasilva, 2012). Es necesario que haya una figura de autoridad que revise estos textos y los mejore.

Me parece especialmente relevante porque hoy en día, en los centros educativos, se siguen utilizando ampliamente los libros de texto. Lo he podido comprobar a partir de mi propia experiencia en los Practicums y hablando con mis compañeros. Por lo tanto, me parece muy interesante recuperar este trabajo en el cual se trabaja la trasposición didáctica del modelo de Bohr en un libro de texto de física y química de 4º ESO.

Los profesores tenemos que reflexionar sobre el lenguaje que utilizamos en las clases y sobre el contenido expuesto en estos libros, con una actitud crítica hacia el discurso y las ilustraciones. De esta forma, podremos progresar en nuestra profesión y ayudar a los alumnos, ya que estas transformaciones que se han realizado para llevar el contenido al aula pueden contener errores, los cuales forman la base para poder

comprobar las dificultades y las posibles ideas alternativas que pueden tener en su aprendizaje (Cuéllar, Gallego y Pérez, 2008).

Como he dicho, en este caso se ha utilizado un libro de texto, pero se podría analizar cualquier material con el fin de mejorarlo y crear un contenido que se adapte adecuadamente a lo que queremos. Lo ideal sería trabajar en estas adaptaciones en todo lo entregado a los alumnos, ir seleccionando aquello que nos parezca oportunamente realizado e ir cambiando aquello que no, de forma que al final tengamos una buena transposición didáctica del contenido.

2.1.3. Metodología utilizada

Nosotros, como docentes de ciencias, tenemos que prestar gran atención a cómo enseñar estos complejos conocimientos, lo cual, está íntimamente relacionado con la didáctica de las ciencias, y con la teoría de la transposición didáctica, el eje central de este trabajo.

Esta teoría enuncia la necesidad de adaptar el contenido científico para poder ser llevado al aula. Se realiza una transformación de los contenidos aceptados actualmente por los científicos a unos contenidos que se puedan entender en el nivel académico requerido, resultando significativamente distintos (De la Gandara et al, 2002).

Estas continuas modificaciones forman parte del día a día en la profesión docente, y además no son sencillas de realizar, requieren un profundo trabajo de reflexión, indagación y observación por parte del profesorado para conseguir evitar la aparición de dificultades e ideas alternativas en los estudiantes.

En este trabajo, se han analizado los cambios realizados al contenido en un libro de texto de cuarto de la ESO con edición del año 2011. Para ello, se ha hecho una exploración y un análisis del discurso que actualmente se da por válido y aquel que fue publicado en el momento del descubrimiento junto a una comparación con los apuntes de clase usados en el del tercer curso del Grado en Física de la asignatura de Física Cuántica I del año 2006.

Este análisis se centra en lo epistemológico y lo didáctico, es decir, analiza las circunstancias históricas, psicológicas y sociológicas en el que se desarrolló y de los contenidos didácticos que se transmiten.

2.1.4. Evaluación

A partir de todo lo anterior, creo necesario prestar mucha atención a la transposición didáctica, no podemos dar por bueno cualquier texto, lo tenemos que revisar con cautela y minucia para revisar que todo esté correctamente expresado y estructurado. Esto no solo hace referencia a los libros de texto, sino a cualquier material proporcionado a los estudiantes.

Hay que tenerlo muy presente ya que, en la actual sociedad en la que vivimos, acceder a cualquier información resulta muy sencillo, y por lo tanto, encontrar explicaciones con ciertos errores. Por ello, es importante que los profesores tengamos cuidado con lo que compartimos, tiene que estar bien expresado ya que cualquiera puede utilizarlo como referencia para el estudio y también tenemos que enseñar a nuestros estudiantes a tener una actitud crítica para que no den por válido cualquier información que encuentren.

Todos los profesores tenemos la responsabilidad de que los alumnos vean la ciencia como realmente es. Y, aunque se dedique un poco más de tiempo en un curso a centrarse en una parte de los contenidos, va a ser mucho más beneficioso para los estudiantes, ya que lo habrán aprendido mejor y lo recordarán durante más tiempo que si se estudia de manera superficial. De esta forma año tras año no habrá que incidir tan profundamente como la primera vez, pudiendo avanzar y centrarse en los nuevos contenidos, mejorando la calidad de la enseñanza.

2.2. PID – Flipped Classroom en dinámica de 4º ESO

2.2.1. Conexión de la educación con la sociedad

En nuestra profesión como docentes, tenemos que ser conscientes de que la enseñanza tiene que ir de la mano con la sociedad actual y, por lo tanto, tiene que evolucionar y adaptarse a los nuevos requerimientos. No podemos seguir usando la misma metodología que hace décadas, al menos no solamente. Si la sociedad cambia, los métodos de enseñanza también, ya que la escuela tiene que preparar a los alumnos para su entorno. Nos tenemos que plantear como cambia la enseñanza como consecuencia del giro que ha dado la sociedad por el auge de las nuevas tecnologías (Mojo, 2003).

Como profesores de ciencias, las TIC nos pueden ofrecer innumerables ventajas, podemos acercar la ciencia al aula mediante el uso de videos, simuladores, representaciones gráficas de conceptos y de modelos abstractos. Podemos mejorar el pensamiento crítico de los estudiantes, acercarlos y motivarles a la investigación científica, ayudarles a buscar información para resolver problemas de modo muy superior al que se podía hacer unos años (Waldegg, 2002).

Además, como profesores de ciencias, muchas veces la posibilidad de acudir al laboratorio del centro resulta escasa, no se dispone del espacio y equipamiento adecuado o puede ser una práctica de riesgo según qué se quiera mostrar. Todo ello puede solventarse con la ayuda de la tecnología (Waldegg, 202).

Vivimos rodeados de ella y eso está transformando nuestras vidas de numerosas formas; ha permitido la creación de un nuevo entorno educativo, con nuevas reglas, roles y perfiles (Falco, 2017).

2.2.2. Situación actual de la enseñanza en las aulas

Actualmente, la mayoría de los centros educativos cuentan con recursos TIC (Tecnologías de la Información y de la Comunicación) y así lo he podido comprobar hablando con mis compañeros del Máster sobre las experiencias de los Practicums. Por lo tanto, ahora en primer lugar ya no está la preocupación de dotar a los centros con recursos TIC, sino que la cuestión central es la innovación del modelo de enseñanza en las aulas (Area, 2008).

Es necesario introducir un cambio de los modelos de enseñanza puramente conceptuales que se estaban utilizando hace una década (Campanario y Moya, 1999) y que algunos docentes siguen utilizando hoy en día.

La metodología tradicional, basada en las clases magistrales, era, y sigue siendo, la más usada por profesores de todo el mundo. A pesar de esto, la innovación en los centros educativos está en auge. Que se siga usando la metodología tradicional puede deberse a múltiples motivos, entre ellos el desconocimiento de los profesores de dar clase más allá de aquella con la que fueron enseñados, el sentimiento de seguridad, las posibles dificultades de otras dinámicas, el tiempo, los medios o simplemente la falta de molestia en hacer cambios (Martín y Santiago, 2016; Valcárcel, 2008).

Es de gran importancia que se muestren todas las posibilidades existentes desde la formación inicial del profesorado para que las conozcamos y las podamos llevar al aula, como hemos podido hacer la gran mayoría de alumnos de este Máster en los Practicums. Así, poco a poco, desde la base, se podrán ir cambiando las metodologías educativas, conectándose con la sociedad actual.

Este trabajo resalta la existencia de otras posibilidades de llevar el contenido al aula. Existen muchos caminos distintos a parte de aquel o aquellos que conocemos y está en nuestra mano encontrar la metodología que mejor se adapte tanto a nosotros, como profesores, como a las circunstancias con las que nos podamos encontrar en el aula y en el centro educativo.

2.2.3. Las innovaciones metodológicas

Existen numerosas innovaciones de metodología, como son el aprendizaje colaborativo, el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje basado en proyectos, el método Flipped Classroom o clase invertida, la gamificación, el design thinking o pensamiento de diseño, etc. Muchas de ellas han surgido o han sido mejoradas o ampliadas gracias los recursos TIC y están teniendo resultados positivos en el aprendizaje de los estudiantes.

Algunos de ellos se vienen usando desde los años 70, como el aprendizaje colaborativo. Pero gracias a las TIC su implantación en las aulas está teniendo cada vez una mayor acogida (Lorente-Guzmán, Cutanda, Fernández y González, 2009).

El uso de nuevas metodologías abre nuevas posibilidades para trabajar las inteligencias múltiples, desarrollando nuevas destrezas, competencias y conocimientos. Distintas metodologías promueven la adquisición de distintas aptitudes en los estudiantes, facilitando y mejorando el aprendizaje y la calidad de la enseñanza (Casado, Llamas y López, 2015).

Teniendo en cuenta lo anterior, me ha parecido importante incluir este trabajo porque incluyen varias innovaciones en la metodología de enseñanza, el método de Flipped, la gamificación y los trabajos prácticos, concretamente las experiencias de cátedra.

2.2.4. Factores que afectan al diseño del proyecto

Implementar metodologías nuevas es algo que requiere tiempo, primero hay que informarse de qué trata y cómo aplicarla, y posteriormente buscar un contexto con las características adecuadas para que su desempeño sea beneficioso. Además, su aplicación puede que no sea del todo correcta la primera vez, ya que funciona como ensayo y error, mejora con la práctica, de cada experiencia se aprende qué ha salido bien y qué no para aplicarlo o corregirlo en un futuro.

También influye el grupo-clase que se tenga, dependiendo de la actitud y recepción de los estudiantes tendrá una mejor acogida y resultará más fructuoso. Es necesario adaptarse a las características del centro educativo, ya que a veces se puede necesitar de un espacio, materiales o equipos que no estén disponibles. A pesar de ello, tenemos que echarle imaginación e intentar proponer alternativas al plan original.

Para captar el interés de los alumnos también hay que ser creativos e introducir nuevas formas de enseñanza. Pero hay que tener en cuenta que no solo hay docentes reacios a cambiar su forma de dar clase, los estudiantes también lo son. Una vez acostumbrados a un método prefieren seguir con él, ya que saben cómo funciona y hacerles un cambio en la metodología significa desconocimiento y desconcierto, pudiendo rechazarlo en un principio. Hay que hacerles ver que puede ser beneficioso para ellos, ya que se desarrollan distintos tipos de competencias requeridos por la sociedad actual.

Otra de las principales cuestiones que nos atañen es qué instrumento de enseñanza utilizar. Existen múltiples y diversas formas de crear el contenido para que los alumnos lo utilicen fuera del aula y aunque se pueden usar libros o manuales, hay varias investigaciones que muestran que tanto alumnos como profesores eligen preferentemente el sistema de videos (Ros y Rosa, 2015). Además otros estudios comparan estas dos formas y concluyen que muchos estudiantes no terminan la tarea asignada mediante textos y en cambio la mayoría sí que la hace mediante los vídeos (Bishop y Berleger, 2013).

Los vídeos no pueden ser la única actividad entregada a los estudiantes para la comprensión del contenido, es necesario que vayan acompañados de otros materiales que los complementen para que sean realmente útiles en el proceso de enseñanza-

aprendizaje. Hay que juntarlos con otros recursos, que en mi caso han sido unos esquemas y unos cuestionarios para que los alumnos, en primer lugar recojan organizadamente la información y, en segundo lugar, comprueben el grado de asimilación de la misma.

2.2.5. Metodología utilizada

Durante el desarrollo del proyecto se desarrollaron tres innovaciones metodológicas, la metodología Flipped Classroom, la gamificación y los trabajos prácticos.

El método de Flipped Classroom está siendo cada vez más usado por los profesores, siendo aplicada desde niveles tempranos como primaria hasta los más superiores en la universidad. Consiste en intercambiar las actividades realizadas en el modelo tradicional, lo que se hacía en clase ahora se hace en casa y lo que se hace en casa se hace en clase (Blasco, Lorenzo y Sarsa, 2016).

Hay varias investigaciones cualitativas basadas en la motivación y el rendimiento de los estudiantes que ponen de manifiesto las ventajas de esta metodología, como son la mayor implicación del alumnado, un aprendizaje más profundo y una mayor adaptación al ritmo de cada estudiante (Martín y Santiago, 2016).

También incluye la gamificación. Esta metodología consiste en utilizar técnicas de juego, en las cuales se hace uso del pensamiento, para incentivar el interés de los alumnos y motivarlos, mientras se promueve y consolida el aprendizaje (Pérez, 2016). Varios estudios han mostrado que aumenta la motivación de los alumnos, el interés hacia la materia y además puede fomentar el trabajo colaborativo (Pintor, 2017; Díez, Bañeres y Serra, 2017; Martínez, 2017).

Finalmente, también incluye uno de los grandes pilares en las ciencias experimentales, los trabajos prácticos, concretamente las experiencias de cátedra, tan importantes y necesarias para un buen estudio de la ciencia. Su práctica da lugar a tres tipos de aprendizaje: los alumnos adquieren una comprensión conceptual mayor, aumenta su comprensión sobre el proceso y su habilidad de investigación (Hodson, 1994). Además, proporcionan grandes ventajas ya que los alumnos se sienten atraídos por estas actividades, aumentando su motivación y propiciando una reflexión sobre los

procesos que han ocurrido, además de relacionarlos con la vida cotidiana (Mohino et al, 2012; Vázquez, Parada y Fernández, 1994).

2.2.6.Evaluación

Como se ha podido comprobar, se han utilizado varias metodologías distintas e innovadoras en una situación real, lo cual ha resultado una experiencia muy enriquecedora para mi profesión como docente. Por ello he querido mostrarlo aquí, para hacer constancia de que se puede cambiar y mejorar la forma de dar clase, aumentando la calidad de la enseñanza. Además, al ser partícipe de la experiencia puedes observar todos los cambios requeridos, las actitudes y cómo te desenvuelves en un ambiente nuevo, aparte de recoger datos para mejorar la práctica en un futuro.

3. Presentación de los trabajos seleccionados

En este apartado se van a presentar los trabajos seleccionados con un punto de vista personal en base a la experiencia en el aula y la perspectiva como alumna al final del Máster. También se reflexionará sobre los posibles cambios y mejoras de los mismos.

3.1. Transposición didáctica del modelo de Bohr en 4º ESO

3.1.1. Descripción del trabajo y resultados

Este trabajo está enmarcado dentro de la asignatura de Fundamentos de Diseño instruccional y metodologías de aprendizaje en las especialidades de física y química y biología y geología del primer cuatrimestre del Máster.

El objetivo es analizar la trasposición didáctica realizada en un libro de cuarto de la ESO de física y química, concretamente en los epígrafes dedicados a los modelos cuánticos, centrándose en el del modelo atómico de Bohr.

Los modelos atómicos han sido de gran relevancia entre las trasposiciones didácticas analizadas a lo largo de la historia debido a su gran complejidad, tanto matemática y física, como abstractiva. Una pieza clave en la evolución de estos modelos fue el modelo de Bohr, el cual fue resultado de importantes investigaciones llevadas a cabo por científicos alrededor de principios del siglo XX. Es por lo tanto fundamental que sea explicado en la enseñanza secundaria, y el primer curso en el que se trabaja es en cuarto de la ESO.

Para realizar el análisis se han expuesto las transformaciones que ha sufrido el contenido desde que lo expuso Bohr en 1913 hasta su incorporación en los libros de texto de la ESO. El estudio se centra en lo epistemológico y lo didáctico, es decir, analiza las circunstancias históricas, psicológicas y sociológicas en el que se desarrolló y de los contenidos didácticos que se transmiten.

Para ello, se hace uso de la bibliografía especializada con el fin de comprobar si se cumplen las conclusiones a las que llegan diversos artículos, como son: la descontextualización del modelo, la introducción lineal y desestructurada, la falta de explicación de las dificultades de su formulación, de sus limitaciones y críticas, la visión positivista de la ciencia y la posibles frases e ilustraciones que puedan dar lugar a

errores conceptuales (Moreno, Gallego y Pérez, 2010; Solbes, Calatayud, Climent, y Navarro, 2002). También se realiza una comparación con los apuntes de Física Cuántica I usados en el Grado en Física en 2016

Los resultados muestran una ciencia lineal, rígida, positivista y descontextualizada, sin distinción entre modelos clásicos, precuánticos y cuánticos. De los tres postulados del modelo de Bohr, los dos primeros se mezclan en el texto y el tercero no aparece, posiblemente por la gran complejidad del contenido que no procede a este nivel de enseñanza. No se hacen críticas al modelo ni se presentan las implicaciones que tuvo y posteriormente se presenta, sin explicaciones, el modelo mecano-cuántico de Schrödinger. En el libro también hay comparaciones inadecuadas, para representar el modelo comentan “algo parecido ocurre con los planetas del Sistema Solar, que giran alrededor del Sol”. Se mezclan, por tanto, conceptos cuánticos con los clásicos, pudiendo generar confusiones, errores e incluso ideas alternativas en los estudiantes. Finalmente se comparan las imágenes que ilustran este modelo. Se puede ver como en el libro de texto no hay diferencias de distancia en los niveles energéticos, la nomenclatura en las capas es distinta y no parece la posibilidad de salto del electrón, la cual no procede a estos niveles.

3.1.2. Perspectiva como alumna al final del máster

A partir del recorrido hecho en el Máster y el conocimiento adquirido, a estas alturas puedo decir que enseñar ciencias no es una tarea simple y fácil, sino que involucra una gran cantidad de cuestiones, las cuales, en su mayoría, es probable que no me hubiese llegado a plantear de no haber cursado estos estudios.

Una de ellas es la que nos incumbe, la transposición didáctica. El tratarla en clase hizo que la tuviese más presente y por ello, cuando realicé el Practicum, puse mucho énfasis en intentar trabajar con material que estuviese correctamente adaptado. En ese momento asimilé algo que, aunque ya sabía, no le había prestado tanta atención, y es que es los libros de texto no se introducen muchos conceptos de una forma adecuada, ya sea por el discurso, las imágenes o los supuestos ejemplos que parecen simplificar, y que además luego pueden acabar confundiendo más o introduciendo ideas alternativas. Y esto no pasa solo en los libros, sino en muchas páginas de internet en donde busqué información sobre el tema que iba a trabajar.

Esto me dio para pensar que si yo he llegado ahí, fácilmente pueden mis alumnos encontrarlo y acabar reproduciendo ideas erróneas. Los estudiantes tienen que aprender a ser críticos con la información que buscan, ayudados por los profesores mediante su trabajo desde el centro educativo.

Los docentes tenemos una gran responsabilidad y nos tenemos que preparar bien las clases, vigilando todo lo relacionado con la didáctica de las ciencias, de forma que el aprendizaje de los alumnos tenga unas bases sólidas y sea significativo. Por todo esto, me acabé creando mi propio material, para que la información que les llegase estuviese bien adaptada y adecuadamente secuenciada, además de ser rigurosa.

Por lo que pude ver en mi paso por el Practicum, aún hay docentes en los centros educativos que no se preocupan por esta cuestión y se limitan a usar el libro de texto tal cual está. Pero esto es un error, y como se ha podido comprobar a partir de la realización del trabajo, hay que reflexionar y analizar la estructura y el contenido, poniéndonos en la posición de los estudiantes y preguntándonos que entenderíamos nosotros en su lugar a partir del material que se propone.

Esto no quiere decir que los libros de texto no sirvan para nada, ya que pueden ser una buena fuente de información y nos pueden ayudar a desarrollar la clase, pero es necesario que pongamos énfasis en examinar bien todo el contenido del material que entregamos a los alumnos para que sea riguroso y no contenga errores.

3.1.3. Propuestas de mejora

Sería muy interesante revisar cómo se presenta este modelo en cuarto de la ESO en comparación con primero y segundo de bachillerato en libros publicados en un mismo año o con unos pocos años de diferencia. De esta forma se podría comprobar, en primer lugar, la transposición didáctica en todos ellos y en segundo lugar, cómo cambia entre cursos.

Con los resultados del análisis, podríamos reflexionar sobre si la secuencia de presentación de modelos por cursos es correcta o sería mejor reordenarlo de otra manera, presentar más o menos modelos de acuerdo a la capacidad de comprensión que puedan tener los alumnos de los mismos.

Además, también se podrían realizar apartados en los cuales se expresasen las deficiencias de cada libro, los puntos fuertes, las frases o ejemplos que o bien fuesen erróneas o pudiesen dar lugar a ideas alternativas o errores conceptuales. Finalmente, se podría proponer un texto de creación propia, el cual fuese una buena transposición didáctica y por lo tanto solventase todas las carencias y problemas que pudiese dar lugar el libro de partida.

También se podrían examinar libros que correspondan al mismo curso pero de legislaciones diferentes. Por ejemplo, comparando un libro de texto realizado a partir del currículo de la ley de 1970, otro de la LOGSE y otro de la LOMCE. Así se podría comprobar cómo ha cambiado el discurso a través de las diferentes legislaciones educativas, buscando las posibles similitudes y diferencias.

3.2. PID - Flipped Classroom en dinámica de 4º ESO

3.2.1. Descripción del proyecto y resultados

Este trabajo está enmarcado dentro de la asignatura de evaluación e innovación docente e investigación educativa en física y química del segundo cuatrimestre y cuya parte práctica se corresponde con el Practicum III.

El objetivo del trabajo es exponer los métodos y resultados obtenidos al enseñar dinámica física en 4º de la ESO utilizando una metodología innovadora respecto a la utilizada por el tutor del centro en el Practicum. El tutor usaba una metodología de clase magistral mediante la visualización de documentos PowerPoint y yo decidí usar el método Flipped Classroom, no solo por ser distinto al que él utilizaba, sino por los resultados positivos mostrados por diversos estudios (Martín y Santiago, 2016) y por la situación particular y favorable del grupo clase.

Los materiales utilizados para la metodología Flipped Classroom consisten en unos vídeos que creé mediante el programa VideoScribe (ejemplos en las figuras 1 y 2) y que posteriormente colgué en la plataforma de moodle del instituto, a la que todos tenían acceso. Los alumnos debían verlos, rellenar unas hojas que les entregué previamente con el fin de organizar el contenido visto y asimilarlo (ejemplo en la tabla 1), y después tenían que responder unas preguntas de un cuestionario, también disponible en moodle. En clase se comentaban los resultados, las dudas y se realizaban problemas.



Figura 1: Parte del video de la primera ley de Newton para su visualización por parte de los alumnos.

HAGAMOS UN EJERCICIO

Un libro de 500 g se encuentra en reposo sobre una superficie horizontal. Calcula el valor de la normal

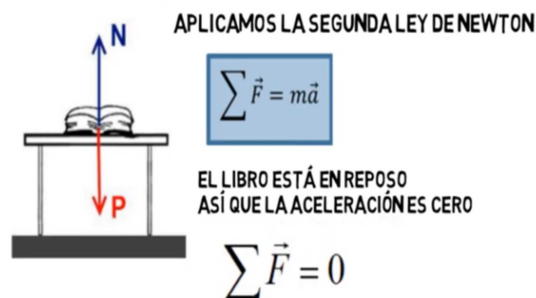


Figura 2: Parte de un ejercicio del video sobre los tipos de fuerzas para su visualización por parte de los alumnos.

Tipo de Fuerza	Dónde se aplica	Dirección	Sentido	Dibujo explicativo
Normal				
Peso				
Rozamiento				
Tensión				

Tabla 1: Una de las tablas entregadas a los alumnos para rellenar a partir de los vídeos.

Además, para aumentar la motivación en los alumnos y consolidar el aprendizaje, utilicé la gamificación mediante la realización de una encuesta tipo test con la herramienta Kahoot sobre los tipos de fuerzas que habíamos estudiando hasta el momento (ver ejemplo en la figura 3).

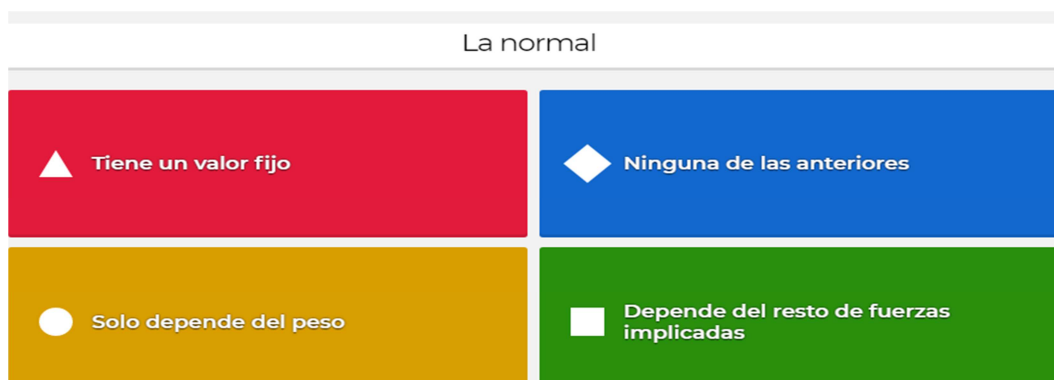


Figura 3: Una de las preguntas del cuestionario con Kahoot.

También quise introducir los trabajos prácticos, los cuales considero esenciales para mejorar el aprendizaje y profundizar en el conocimiento del contenido. Por falta de tiempo, espacio y material se pidió a los alumnos que grabasen en vídeo una experiencia en la que comprobasen que se cumplía una de las leyes de Newton y lo explicasen, para posteriormente proyectarlo en clase y comentarlo. De esta manera, también se fomenta el desarrollo de la competencia digital de los alumnos.

Por ejemplo, se comprobó la primera ley de Newton utilizando un vaso al cual se le había puesto una tarjeta encima y una moneda, se daba un empujón a la tarjeta y la moneda caía al vaso ya que seguía en situación de reposo. Para la segunda ley comprobaron la diferencia de aceleraciones cuando se tienen diferentes masas para una misma fuerza. Para la tercera ley usaron una botella de coca-cola y mentos, al colocar la abertura hacia abajo, la botella salía disparada hacia arriba ‘como un cohete’.

A la luz de los resultados de los diversos cuestionarios realizados, se puede observar que se cometieron un mayor número de errores en las preguntas de índole conceptual y que los cuestionarios que tenían que rellenar los alumnos tras ver los vídeos tienen una puntuación media mayor que el Kahoot, el cual no se tenía en cuenta para la evaluación.

Finalmente, los alumnos rellenaron un cuestionario anónimo con sus opiniones e impresiones respondiendo a las preguntas que formulé. La mayoría expresaron que preferían el método anterior que el nuevo mediante Flipped Classroom, argumentando la costumbre y el tener que esperar a clase para preguntar las dudas. Los vídeos también tuvieron una buena acogida ya que les atrajo la idea de poder verlos cuando quisieran o como una forma de repaso, pero manifestaron que les gustaría que fuesen más lentos y con más ejemplos prácticos. Cuando se preguntó cuáles fueron las actividades que más les habían gustado, casi todos coincidieron con que era el Kahoot y la experiencia práctica, sobre todo debido a que era una nueva forma de aprender, más entretenida y visual.

3.2.2. Perspectiva como alumna al final del Máster

Estando en la recta final del Máster me doy cuenta de la gran cantidad de cuestiones que hay que tener en cuenta a la hora de planificar actividades. Aplicar nuevas metodologías didácticas puede ser costoso al principio ya que requiere bastante

tiempo de planificación, pero puede ser muy beneficioso para el clima del aula y para los estudiantes.

Como previamente he comentado, puede que incluso los estudiantes sean reacios al cambio, pero explicando desde un principio qué se va a hacer, cómo, los objetivos, cómo se va a ejecutar y lo que se espera de ellos en mayor profundidad de la habitual, podemos conseguir que se sientan más seguros.

Además, antes de la realización de una actividad nueva suele haber cierta incertidumbre hacia los resultados de la misma y su desarrollo, si va a ser el adecuado/deseado o si la actividad va a ser bien acogida por los alumnos. El poder poner en práctica este proyecto me permite no solo recoger información de primera mano sino también plantearme todas las cuestiones que lo involucra, véase cómo recoger estos datos, cómo ha funcionado, qué cambiaría, etc.

No solo es importante que uno mismo reflexione sobre todo ello, también considero muy interesante realizar encuestas anónimas en las cuales los alumnos puedan expresarse libremente acerca de los nuevos cambios o sugerencias que tengan. Hay estudios que corroboran las ventajas de estos cuestionarios ya que se intercambian puntos de vista, expectativas, pueden mejorar futuros proyectos de docencia y ser usados como instrumentos de reflexión (Cots, Villar y Díaz, 2002).

Por esta razón, al final del proyecto les pregunté a los alumnos qué opinaban y aunque muchos decían que les había gustado, la gran mayoría prefería seguir usando el método anterior de visualización de documentos. Pensándolo a posteriori, es posible que los alumnos no estén acostumbrados a trabajar de forma autónoma en casa, por lo que una buena forma de empezar con este método Flipped Classroom sería realizar la primera sesión en un aula de informática, para que viesen cómo funcionan los vídeos, lo que deben rellenar y que preguntasen las posibles dudas de funcionamiento. Así, la transición sería más fácil ya que quedaría más clara esta nueva forma de aprender.

3.2.3. Propuestas de mejora

Desde una perspectiva más amplia, revisando el trabajo a posteriori, sería interesante haber realizado un cuestionario de ideas previas antes de empezar la unidad y volver a pasarlo a final para poder comprobar si los alumnos han mejorado en su

conocimiento sobre la dinámica, observando las diferentes respuestas que otorguen para ver el grado y porcentaje de evolución desarrollado.

En el apartado de resultados se podría analizar, a parte de los resultados numéricos, las actitudes, cambios en la motivación así como otras cuestiones cualitativas ya que son también resultados valiosos. El método de evaluación podría ser mediante una lista de observación y/o añadiendo preguntas respecto a esto en el cuestionario final.

Otro aspecto importante y que no debemos olvidar, es el beneficio de obtener más feedback de forma continua durante la parte práctica del proyecto. Para ello se puede disponer de diferentes herramientas como son el uso de la plataforma online Socrative, en el que el profesor escribe tres preguntas que los alumnos tienen que responder antes de irse de clase. En el caso de no disponer de internet se podría hacer por medio de una hoja de papel. Esta actividad nos permitiría ser más cercanos a los alumnos y obtener información sobre cómo se sienten respecto al tema, si les cuesta entenderlo, si prefieren ir más deprisa, en qué sería mejor profundizar o explicar más ampliamente, etc.

En cuanto a los vídeos, también cabe añadir que podría ser beneficioso para mejorar el aprendizaje de los alumnos haber realizado preguntas cada cierto tiempo, las cuales los alumnos deben responder correctamente para poder seguir viendo el vídeo, de esta forma nos cercioramos de que lo han comprendido y no solo lo han visto sin pararse a pensar y asimilarlo.

Además, en las clases prácticas de resolución de problemas sería interesante redistribuir a los alumnos en pequeños grupos de forma que trabajasen colaborativamente, mezclando a los alumnos que dominan mejor el tema con los que no, de forma que se ayuden mutuamente y favoreciendo el aprendizaje de ambos. Así, también podría analizarse este punto y comprobar si los resultados de la clase mejoran comparándolos con los resultados anteriores que nos pudiese dar el tutor del Practicum.

4. Reflexiones

4.1. Relaciones entre los proyectos

He querido presentar estos dos trabajos debido a su gran relevancia en nuestra profesión. La transposición didáctica es un elemento indispensable para la labor docente ya que nos permite poner al alcance del alumno los conocimientos científicos. El proyecto de innovación docente también merece especial atención por la gran repercusión que está teniendo actualmente este aspecto en la educación. La educación tiene que acercarse a la sociedad, no podemos seguir usando la misma metodología que hace décadas, al menos no solamente. Ésta ha podido ir cambiando gracias a la revolución tecnológica que nos ha traído la sociedad de la información en la que ahora vivimos, siendo más sencillo conectar con la ciencia detrás de la vida cotidiana.

Queda claro que nuestra labor como docentes en enseñar ciertos conocimientos a nuestros alumnos de la mejor manera posible. No tenemos que ser meros difusores de conocimiento, tenemos que ser guías en el proceso de aprendizaje de los alumnos de forma que éste sea realmente significativo.

Por ello, tuve muy presente las distintas metodologías y la transposición didáctica a la hora de realizar el proyecto de innovación didáctica. La transposición didáctica no solo se aplica a los textos, sino a cualquier discurso de la ciencia, sin importar el formato, ya sean videos, libros, audios, etc.

Como he comentado en mi propuesta, la metodología escogida es el método Flipped Classroom. La primera pregunta que me hice fue qué herramienta de estudio utilizar, PowerPoint, videos, textos, etc. Finalmente me decidí por realizar unos vídeos que posteriormente subía a moodle para que los estudiantes pudiesen verlos y estudiar a partir de ahí, ayudados por unas hojas donde tenían que recoger la información proporcionada y unos cuestionarios tipo test.

Una de las preguntas que nos tenemos que hacer es por qué quiero hacer yo los vídeos. Pensándolo, vemos que se podrían usar vídeos que ya estén disponibles en internet, pero cuando los analicemos minuciosamente es altamente probable que en lo que encontremos no se haya hecho una buena adaptación del contenido científico, no sea riguroso, no se centre en las particularidades que el docente quiere, como que no esté en un orden determinado o que se expongan conceptos o ejercicios de un nivel

distinto del deseado. Por todo ello, teniendo muy presente la transposición didáctica, realicé mis propios videos con los cuales poder enseñar de la mejor manera que fui capaz de producir y la más correcta y adecuada.

Es posible que, de no haber hecho el trabajo de la transposición didáctica en el primer cuatrimestre, no le hubiese dado tanta importancia al discurso realizado en los vídeos así como a una buena representación gráfica.

4.2. Valoración didáctica

4.2.1. Transposición didáctica del modelo de Bohr en 4º ESO

Como bien se ha indicado ya, la transposición didáctica no es una tarea nada fácil y además, en mi opinión, muchas veces no se le da la importancia que debería siendo que hay que aplicarla todos los días de nuestra profesión. Muchas veces la enseñanza se centra en transmitir conocimiento pero sin el planteamiento de cómo se va a desarrollar, a través de qué método y con qué material, si este es adecuado, si está bien desarrollado y explicado, etc.

Es por ello que me ha parecido muy relevante haber tratado la transposición didáctica en el Máster y sobretodo haber hecho un trabajo al respecto ya que así me ha quedado más interiorizado. Además como dijo Confucio "Me lo contaron y lo olvidé; lo vi y lo entendí; lo hice y lo aprendí".

Al realizar este trabajo no solo he aprendido lo importante que es que el discurso, las ilustraciones y los ejemplos que lo acompañan sean adecuados, sino que también me he planteado para qué conceptos están preparados los estudiantes en función de los cursos. Cuando se pueden presentar ciertas nociones, cuando sería mejor simplificarlas o esperar para darlas en un curso superior.

Esto está profundamente relacionado con el currículo, ya que hay que cumplir con unos ciertos contenidos obligatorios cada curso. Pero llegados a este punto, debemos plantearnos si el nivel que tienen los estudiantes se adecua a las exigencias del contenido que se les quiere transmitir, es decir, si el currículo está bien secuenciado. Por el mismo lado, encontramos la escasez de horas que se tienen en la materia para abordar todos los contenidos, resultando en un aprendizaje poco significativo.

Si para todos los contenidos dedicásemos el tiempo necesario para que sean bien explicados, incluyendo la epistemología, posiblemente no diese tiempo a acabar mucho más allá de la mitad de los contenidos. Es por ello que muchos profesores prefieren ir a lo que consideran como imprescindible y dejar la historia aparte. Además, si se escribiese con más extensión la epistemología, los libros de texto posiblemente serían el doble de grandes, con sus consecuencias, como el doble de caros, mayor peso para el alumno etc. Es por ello que se debería plantear por un lado la utilidad de los libros de texto y por otro, si los currículos están bien planteados o se podrían mejorar, buscando una mejor manera de enseñar ciencia, y estoy convencida de que la hay.

Es necesario que tanto los que diseñan el currículo como los profesores se planteen estas cuestiones, pensando en aquello que se debe y sería posible enseñar en cada curso académico. Hay que dar un salto y pasar de enseñar la ciencia meramente teórica con unos conceptos a recordar a buscar nuevas metodologías que den como resultado un aprendizaje más significativo, aumentando la importancia de los procesos de enseñanza-aprendizaje y que junten la ciencia con la tecnología y la sociedad.

4.2.2. PID – Flipped Classroom en dinámica de 4º ESO

Como se ha comentado previamente, la innovación está en auge en los centros educativos, pero aún queda mucho camino por recorrer. Desde el Máster nos han llamado la atención reiteradas veces respecto a este tema. En el primer cuatrimestre se nos presentaron varias formas de innovación que se están usando actualmente y en el segundo cuatrimestre se siguió por el mismo camino pero de una forma menos teórica y distante. Se invitó a docentes para que nos contasen lo que habían hecho ellos en los centros educativos.

Esta práctica promueve la difusión de nuevas actividades, experimentos, conocimientos, aprendizajes, materiales, etc. realizados por otros profesionales y que posteriormente se podrían aplicar a nuestra práctica docente. Además se pueden preguntar las dudas que surjan y, de aplicarlo, ya se parte de una base de alguien que lo ha probado y ha contado qué cosas han funcionado y cómo han reaccionado los alumnos.

En el mismo orden de cosas, me pareció muy interesante poder compartir con el resto de nuestros compañeros del Máster lo que cada uno había realizado durante el

Practicum, ya que así se nos presentaron nuevas posibilidades y aprendimos unos de otros.

No podemos tener la idea de que cuando acabemos el Máster ya hemos acabado de formarnos. Instruirnos para enseñar es un proceso continuo que durará toda la vida profesional. Por ello, estas charlas de reunión de ideas y de proyectos realizados me resultan muy inspiradoras.

Por otro lado, considero que la realización de los Practicums no son solo beneficiosos para nosotros, los alumnos del Máster, sino también para los docentes de los centros, ya que podemos mostrarles nuevas metodologías y otras formas de innovación en el aula, que puede que no se hayan planteado y que posteriormente ellos podrían aplicar. De esta forma el aprendizaje no es unidireccional, sino que funciona en ambos sentidos, mejorando el sistema educativo.

Como muestran diferentes estudios, en la didáctica de las ciencias experimentales, el modelo de referencia docente sigue siendo el de la metodología tradicional en el que se usan clases magistrales. Como futuros docentes, es importante que hagamos una profunda reflexión sobre las limitaciones de los distintos modelos de enseñanza junto con sus ventajas e inconvenientes. Tenemos que sopesar la mejor metodología para enseñar un cierto conocimiento, que se adapte a nosotros y al contexto de aula. Por ello, cuando me propusieron dar la unidad de dinámica, me pregunté qué metodología utilizar, y al final me decidí por la Flipped Classroom.

El realizar el proyecto de innovación didáctica me ha permitido comprobar las dificultades con las que nos enfrentamos la primera vez que queremos diseñar actividades nuevas, el tiempo de preparación, la gran incertidumbre de cómo van a desembocar, si se van a cumplir los objetivos propuestos y cómo van a ser recibidas por el alumnado.

Además, la incorporación de la tecnología en las nuevas metodologías permite llevar la ciencia al aula de una forma mucho más cercana. Tenemos que saber sacar provecho de esta situación que se nos ha brindado y mostrar la ciencia a los estudiantes de formas que hasta hace una década no era posible.

También pude comprobar como la metodología que utilicé puede resultar muy beneficiosa, ya que se adapta a la diversidad de la clase. Pudiendo los alumnos estudiar

a partir de los videos a su propio ritmo y luego en clase practicar con los ejercicios y resolver las dudas que puedan surgir. El tiempo de clase se aprovecha de una forma más efectiva y creativa, y se fomenta el trabajo autónomo del estudiante, convirtiéndose en responsable de su propio aprendizaje, pudiéndose conseguir mayores logros, interés y compromiso por parte de los estudiantes.

Hay que tener cuidado con esta metodología ya que utilizar vídeos para explicar la teoría no siempre va a ser posible. En el caso de que tengamos alumnos pertenecientes a minorías que no pueden tener acceso a un ordenador o internet, habría que plantearse utilizar otro método, como los textos escritos. Es la metodología la que tiene que adaptarse al contexto del aula y no al revés.

Respecto a los cuestionarios anónimos que cumplimentaron los alumnos, pude ver que hay cierta reticencia a cambiar el método de enseñanza una vez que ya se han adaptado a un método de trabajo. Aun así apreciaron el poder realizar un gran número de ejercicios en el aula, en vez de tener que llevárselos a casa, ya que podían resolver las dudas más fácilmente.

Otro punto muy significativo es el de los trabajos prácticos, centrándome en las experiencias de cátedra. Muchas veces se pueden llevar pequeños instrumentos o experiencias al aula que no tienen por qué ser muy largas. Explicar conceptos mediante ejemplos visuales les resulta mucho más interesante a los estudiantes, prestan más atención y muestran una mayor curiosidad y, al ser algo impactante, lo recordarán mejor y por más tiempo. En los cuestionarios, los alumnos dijeron que la actividad de comprobar que se cumple una de las leyes de Newton fue la que más le gustó. La parte práctica en la didáctica de las ciencias tiene una gran importancia y debería ser aplicada continuamente.

En la sesión en la que se aplicó la gamificación, mediante una encuesta con la herramienta Kahoot, se vio un buen cambio de actitud y aumento de la motivación y del interés. Por ello, creo que es interesante utilizar la gamificación siempre que sea posible en las aulas. No todos los contenidos del programa van a ser adaptables a este método, pero sí que puede resultar muy útil para repasar. Además, una vez que has creado un escenario lúdico de aprendizaje, tienes ya una buena base para poder aplicar el resto de cursos académicos.

Finalmente, enlazado con el subapartado anterior, me gustaría comentar la importancia de realizar un currículo adaptado al nivel educativo y los conocimientos previos del alumnado. En mi paso por el Practicum pude enseñar la unidad de dinámica, en la cual hacen falta diversas herramientas matemáticas, como los vectores y la trigonometría, para poder entenderlo correctamente. Pero hubo un contratiempo que no esperaba, los alumnos aún no les habían enseñado ninguna de las dos cosas.

Me pregunto si el problema está en el currículo o hay poca coordinación entre los departamentos de matemáticas y física y química. Es un aspecto a plantearse profundamente, según mi tutor del Practicum esto le pasa todos los años. Entonces, mi pregunta se centra en si merece la pena enseñar algo a los alumnos que no van a acabar de comprender, sino a aplicar mecánicamente, no siendo un buen aprendizaje. Habría que pensar en reestructurar el contenido académico a lo largo de los cursos o de los trimestres.

5. Conclusiones

5.1. Proceso formativo

Mi paso por el Máster ha sido una experiencia muy enriquecedora para mi futuro como docente. Cada una de las asignaturas me ha enseñado algo nuevo, contenidos sobre los que tengo que seguir aprendiendo, cuestiones sobre las que reflexionar, qué tipo de profesora quiero ser y en qué puedo mejorar mi práctica docente.

Me ha servido para descubrir muchísimas metodologías nuevas, las cuales ya tengo ganas de poner en práctica, la gran cantidad de experiencias nuevas e innovadoras que se pueden realizar, cómo ser un buen tutor, cómo tratar con las familias y los adolescentes así como entender el complejo cambio por el que están pasando los alumnos, cómo realizar una programación didáctica, un proyecto didáctico y hasta el modo de realizar una unidad didáctica para ser enseñada en otro idioma mediante la metodología CLIL.

También he aprendido a fijarme en los materiales de enseñanza, a realizar una buena transposición didáctica y utilizar buenas ilustraciones para que no den lugar a posibles errores conceptuales e ideas alternativas, así como saber identificarlas.

Por otro lado, la formación también se ha centrado en que conozcamos la legislación vigente, el currículo y las competencias clave, las cuales son muy necesarias para ejercer la profesión. También hemos reflexionado profundamente sobre los conceptos que se introducen y cuándo, y sobre la importancia de introducir los trabajos prácticos en la asignatura de física y química.

Sobre todo, me ha gustado muchísimo la posibilidad que se nos ofrece de realizar prácticas en los institutos, de ver cómo funcionan, de trabajar con los alumnos, de descubrir cómo soy como profesora, etc. Y me ha servido para corroborar algo que ya sabía, que me encanta dar clase y esta profesión.

5.2. Propuestas seleccionadas

Al hacer el trabajo de la transposición didáctica me di cuenta de lo importante que es tener un buen material de enseñanza, hay que cuidar muy bien el discurso y las ilustraciones. Ya lo tuve muy en cuenta cuando preparé las sesiones de dinámica del PID y así también lo haré como docente.

Por otro lado, sigo teniendo la espinita clavada de la estructuración de los currículos. Cuando empiece a trabajar tendré en cuenta no solo mi asignatura, sino todas aquellas que pueden influir. Como docentes, no debemos trabajar solos, sino junto a nuestros compañeros para dar una enseñanza de calidad.

Además también he visto que se puede innovar de muchísimas formas y lo quiero aplicar a mi práctica docente ya que no solo se motiva a los estudiantes sino también al docente, ya que puede ver una clase que presta interés y que esté a gusto.

5.3. Propuestas de futuro

Considero que ya he puesto el primer grano de arena para lo que será la montaña de mi profesión como docente. He aprendido innumerables cosas a lo largo de este Máster, pero considero que solo es el principio, tengo que seguir formándome para finalmente ser el tipo de docente que me gustaría ser.

Sé que me va a llevar tiempo y no va a ser perfecto desde el primer momento. Va a resultar complicado ya que realizar todas las actividades y propuestas que me gustaría requiere mucha planificación y tiempo, y si se llevan muchos cursos distintos a la vez la carga de trabajo aumenta considerablemente. Una vez pasados unos años ya tendré una buena base de actividades, las cuales habrá que ir modificando en función del contexto de enseñanza.

Tengo muchas ganas de comenzar, empezar a crear y de seguir descubriendo nuevas puertas hacia la educación. Me gustaría seguir viendo y que me descubriendo experiencias nuevas e innovadoras realizadas por otros profesores para seguir aprendiendo y mejorar como docente.

Además, me gustaría poder ejercer como tutora ya que considero que hacen una labor muy importante y para ayudarles a crecer como personas, siendo una figura de referencia que les ayude cuando sea posible, dejando así una huella positiva en mis estudiantes.

6. Bibliografía

Area Moreira, Manuel. (2008). La innovación pedagógica con TIC y el desarrollo de las competencias informacionales y digitales. *Investigación en la escuela*, 64, 5-17.

Bishop, J. L., y Verleger, M. A. (2013). The flipped classroom: A survey of the research. *ASEE national conference proceedings, Atlanta, GA*, 30(9), 1-18.

Blasco, A. C., Lorenzo, J. y Sarsa, J. (2016). La clase invertida y el uso de vídeos de software educativo en la formación inicial del profesorado. Estudio cualitativo. *@tic. revistad'innovació educativa*, (17), 12-20.

Campanario, J. M., y Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 17(2), 179-192.

Chevallard, Y. (1997). La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado. Aique. Recuperado el 5/5/2019 de https://www.terras.edu.ar/biblioteca/11/11DID_Chevallard_Unidad_3.pdf

Cots Caimón J. M., Villar Mir, J. M., y Díaz, J. M. (2002). Qué se pregunta y qué se entiende: Análisis de algunos conceptos utilizados en la encuesta de opinión de los estudiantes sobre la docencia. *Boletín de la Red-U*, 2(1), 5-12.

De la Gandara, M., Gil, M. y Sanmarti, N. (2002). Del modelo científico de <adaptación biológica> al modelo <adaptación biológica> en los libros de texto de enseñanza obligatoria. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(2), 303-314.

Díez Rioja, J. C., Bañeres Besora, D., y Serra Vizern, M. (2017). Experiencia de gamificación en Secundaria en el Aprendizaje de Sistemas Digitales. *Education in the Knowledge Society*, 18(2), 85-105.

Domínguez Garrido, C., Medina Rivilla, A. y Sánchez Romero, C. (2011) La innovación en el aula: referente para el diseño y desarrollo curricular. *Perspectiva Educacional*, 50(1), 67-86.

Falco, M. (2017). Reconsiderando las prácticas educativas: TICs en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Tendencias pedagógicas*, 29, 59-76.

Fernández Muñoz, R. (2003). Competencias profesionales del docente en la sociedad del siglo XXI. In Organización y gestión educativa: *Revista del Fórum Europeo de Administradores de la Educación*, 11(1), pp. 4-7.

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 12(3), 299-313.

Lorente-Guzmán, D., Cutanda García, E. M., Fernández Diego, M., y González Ladrón de Guevara, F. (2009). Utilización de herramientas tecnológicas colaborativas en el sector de la formación. El caso de los centros públicos de enseñanza secundaria. *Economía industrial*, (374), 139-147.

Majó, J. (2003). Nuevas tecnologías y educación. Universidad Abierta de Cataluña. Recuperado el 13/6/2019 de: http://www.uoc.edu/web/esp/articles/joan_majo.html

Martín Rodríguez, D. y Santiago Campión, R. (2016). Flipped Learning en la formación del profesorado de secundaria y bachillerato. Formación para el cambio. *Contextos educativos. Revista de educación*, 117-134.

Martínez Navarro, G. (2017). Tecnologías y nuevas tendencias en educación: aprender jugando. El caso de Kahoot. *Opción*, 33(83), 252-277.

Mohino Harris, E., Barragán García, M., Barrio Uña, J. A., Contreras González, J. L., Dinis Vizcaíno, L., Godino Gómez, P., ... y Villarejo Villanueva O. (2012). Experimentos de cátedra para la enseñanza y divulgación de la física. *Enseñanza y divulgación*, 263.

Moreno, J. E., Gallego, R. y Pérez, R. (2010). El modelo semicuántico de Bohr en los libros de texto [The semi-quantum Bohr's model in textbooks], *Ciência & Educação*, 16(3), 611-629.

Pérez, F. Q. (2016). Aplicación de herramientas de gamificación en física y química de secundaria. *Opción: Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, (12), 327-348.

Pintor Díaz, P. (2017). Gamificando con Kahoot en evaluación formativa. *Revista Infancia, Educación y Aprendizaje*, 3(2), 112-117.

Porlán Ariza, R. (1998). Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas*, 16(1), 175-185.

Real Academia Española [RAE] (2014). Profesor. Recuperado de <https://dle.rae.es/?id=UICA2EZ> el 03/06/2019.

Ros Gálvez, A., y Rosa García, A. (2015). Uso del vídeo docente para la clase invertida: evaluación, ventajas e inconvenientes. *Vectores de la pedagogía docente actual*, 423-441.

Sánchez Blanco, G., y Valcárcel Pérez, M. V. (1993). Diseño de unidades didácticas en el área de Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 11(1), 33-44.

Solbes, J., Calatayud, M., Climent, J. y Navarro, J. (1987). Errores conceptuales en los modelos atómicos cuánticos. *Enseñanza de las ciencias*, 5(3), 189-195.

Valcárcel, V. (2008). Presentación y explicación de los contenidos: La clase magistral. Recuperado el 8/6/2015 de https://www.um.es/c/document_library/get_file?uuid=6a9e9620-b306-42c8-91e5-cef7198d39e4&groupId=316845

Vázquez Dorrió, J., García Parada, E., y González Fernández, P. (1994). Introducción de demostraciones prácticas para la enseñanza de la Física en las aulas universitarias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 12(1), 63-65.

Waldegg Casanova, G. (2002). El uso de las nuevas tecnologías para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. *Revista electrónica de investigación educativa*, 4(1), 01-22.

7. Anexos

7.1 El modelo atómico de Bohr en 4º ESO

El modelo atómico de Bohr en 4º ESO

Julia Espín Muñoz. Especialidad de física y química.

Introducción

Dentro de la didáctica de las ciencias, la transposición didáctica, propuesta por Chevallard en 1985, es una teoría en la cual se trabaja desde finales del siglo XX. Esta teoría enuncia la necesidad de adaptar el contenido científico para poder ser llevado al aula (De la Gandara, Gil, y Sanmarti, 2002). En el presente trabajo investiga la transposición didáctica del modelo de Bohr en un libro de texto de física y química de cuarto de la ESO.

El modelo de Bohr fue el resultado de importantes investigaciones llevadas a cabo por científicos alrededor de principios del siglo XX y es una pieza clave en la evolución de los modelos atómicos. Es por lo tanto fundamental que sea explicado en la enseñanza secundaria. Hay numerosos trabajos sobre transposición didáctica y modelización relativos al del modelo atómico de Bohr en libros de texto. En ellos se llega a diversas conclusiones: se presenta el modelo sin prácticamente ninguna contextualización, la introducción es lineal y desestructurada, no se explican las dificultades de su formulación ni las limitaciones que tiene, no se indican las controversias ni las críticas, se expone una visión positivista de la ciencia y hay una mezcla de ideas correctas con frases que dan lugar a errores conceptuales (Solbes, Calatayud, Climent, y Navarro, 2002; Moreno, Gallego y Pérez, 2010).

El objetivo de este trabajo es analizar un libro de cuarto de la ESO de física y química, concretamente los epígrafes dedicados a los modelos cuánticos, centrándose en el del modelo atómico de Bohr. Para ello se van a exponer las transformaciones que ha sufrido el contenido desde que lo expuso Bohr en 1913 hasta su incorporación en los libros de texto de la ESO, las adaptaciones y la contextualización del modelo, a la vez que se va comprobar si las conclusiones enumeradas anteriormente se muestran en el libro analizado.

Fundamentación teórica

Desde que un contenido es publicado en literatura especializada hasta que es expuesto en un aula sufre diversas adaptaciones, es decir, pasamos de un objeto de saber a enseñar a un objeto de enseñanza. Esto es lo que se define como transposición didáctica y fue propuesta por Chevallard en 1985. Chevallard también se pregunta si es buena o mala la transposición didáctica y llega a varias conclusiones; en primera instancia dice que aparece un sentimiento negativo que la rechaza ya que se están cambiando los contenidos, en un segundo momento plantea su uso críticamente, hay que enseñar los contenidos distribuidos en el tiempo ajustándolos al nivel que tiene el receptor, según las exigencias de la sociedad (Chevallard, 1997).

Los libros de texto son uno de los principales elementos en los cuales está muy presente la transposición didáctica. Esto se debe a su relevante papel en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los alumnos ya que son usados por la gran mayoría de docentes en sus clases, principalmente en educación primaria y secundaria. En estos libros se ha hecho una transformación de los contenidos aceptados actualmente por los científicos a unos contenidos que se puedan entender en el nivel académico requerido, resultando significativamente distintos (De la Gandara et al, 2002).

El conocimiento científico tiene una alta complejidad, y aumenta cada día, por lo que es necesaria una buena transposición didáctica para poder explicar los contenidos correctamente. Los saberes a impartir necesitan de una cuantiosa conceptualización y abstracción para poder ser entendidos (Izquierdo, Espinet, García, Pujol y Sanmartí, 1999) y, por lo general, la ciencia que se presenta en los libros de texto es una ciencia producto en la cual hay deformaciones y alteraciones conceptuales y metodológicas además de ser mostrada sin contexto alguno, haciendo que no se corresponda con la actividad científica (Herreño, Gallego y Pérez, 2010). Esto hace que en la ciencia, y particularmente en lo que se refiere a modelos, se dificulte su estudio y comprensión creándose impedimentos y dificultades en su proceso de enseñanza-aprendizaje (Moreno et al, 2010). Por tanto la ciencia que se enseña en clase tiene ciertas limitaciones, teniendo que ser además significativo su aprendizaje, es decir, tiene que tener sentido para el alumno.

Estas necesarias transformaciones del contenido para llevar la ciencia al aula forman la base para poder comprobar las dificultades y las posibles ideas alternativas que pueden tener los alumnos en su aprendizaje. Es por ello que también es imprescindible cuidar el lenguaje y las ilustraciones debido a los posibles errores que pueden transmitir (Cuéllar, Gallego y Pérez, 2008). Actualmente hay que hacer un gran ejercicio profesional para poder entender las teorías alternativas que se forman los alumnos ya que compiten con lo que se enseña en clase (Izquierdo et al., 1999).

Una vez llegados a este punto, debemos plantearnos los currículos marcados por el estado. En estos son obligatorios enseñar ciertos contenidos, pero es posible que los alumnos no estén con el nivel necesario para que su aprendizaje sea adecuado (Izquierdo et al., 1999). Por otro lado cuando se elaboró el currículo en ciencias había una gran fuerza de la filosofía positivista y esto se nota en los libros de texto a la hora de presentar los modelos atómicos, mostrándose una visión acumulativa de la ciencia (Páez, Rodríguez, Níaz, 2002, citado en Cid y Dasilva, 2012). Suelen presentar una visión de la ciencia lineal y se aceptan las ideas clásicas como verdaderas debido a los errores conceptuales de los libros que, además, se transmiten progresivamente curso a curso (Cid y Dasilva, 2012).

Entre las transposiciones didácticas analizadas a lo largo de la historia, una de gran relevancia es la de los modelos atómicos, ya que tienen una gran complejidad tanto matemática y física como abstractiva. Además los modelos científicos son de gran importancia en la didáctica de las ciencias. Mediante estos modelos, los científicos buscan poder representar el mundo que los rodea y los fenómenos que existen usando hipótesis que posteriormente pueden ser comprobados o descartados por otros de mayor trascendencia (Izquierdo et al., 1999).

Para el análisis en este trabajo del modelo de Bohr en un libro de texto se va a tener en cuenta lo epistemológico y lo didáctico. Es decir se va a analizar las circunstancias históricas, psicológicas y sociológicas en el que se desarrolló y de los contenidos didácticos que se transmiten (Izquierdo et al., 1999).

Observando estos puntos podemos decir que no es aceptable que los modelos solo sean una simplificación de la teoría propuesta por los científicos, los libros de texto simplifican conocimientos y presentan la misma visión clásica, prácticamente sin profundizar en ellos. (Cid y Dasilva, 2012).

Además, la sola mención del nombre para ubicar históricamente el modelo no puede contar como contexto histórico. Es de esperar que los libros de texto ubiquen y contextualicen la actividad científica y los modelos, pero como se puede observar en numerosos libros esto no ocurre (Cuéllar et al., 2008).

Recursos o instrumentos analizados

El análisis se centra en el epígrafe en el cual se describe el modelo atómico del Bohr y posteriormente se hace referencia al modelo atómico actual en un libro de texto de física y química de 4º de la ESO (Vidal, De Prada, De Luis, Pichardo, Sanz, 2011).

Se hace una comparación con la explicación que dan en tercero del grado de física. Para ello se usan los apuntes de física cuántica I del año 2015-2016 de la universidad de Zaragoza (Palacios, 2015-2016) y la publicación del modelo atómico de Bohr de 1913 (Bohr, 1913).

Resultados

El libro de texto (Vidal et al, 2011) se hace un breve repaso del modelo atómico de Dalton, del modelo de Thomson y del modelo de Rutherford. Tras una pequeña introducción de por qué el modelo de Rutherford no era exacto se empieza a describir el modelo atómico de Bohr. Además no hay una distinción clara de los modelos clásicos, precuánticos y cuánticos. Hay una gran falta de contexto, parece que los modelos aparecen unos tras otros linealmente sin la interconexión entre investigaciones, sin contextualización. Además, no aparece ninguna fecha de ningún modelo, solamente las de nacimiento y defunción los científicos, lo que incrementa aún más la sensación de desconexión de unos modelos con otros. La imagen que parece de la ciencia es rígida y positivista. Si miramos este mismo aspecto en los apuntes de física cuántica (Palacios, 2015-2016) vemos que la contextualización es bastante superficial pero al menos pone las fechas en las que se propusieron los modelos.

Otra cuestión es la presencia de los postulados. En el libro de texto no aparece en ningún momento esta palabra y además aparecen mezclados, entre sí y con el texto. Bohr propuso tres postulados, el primero de ellos hace referencia a que los electrones describen órbitas circulares en torno al núcleo del átomo sin irradiar energía. El segundo

postulado hace referencia a las posibles órbitas relacionando el radio, el momento angular del electrón y la constante de Planck mediante una ecuación. El tercer postulado establece que un electrón solo emite o absorbe energía cuando salta de una órbita permitida a otra (Marín, 2005; Palacios, 2015-2016).

En el libro de texto aparecen mezclados los dos primeros postulados en un mismo párrafo. El problema del segundo postulado radica principalmente en el concepto de momento angular y secundariamente en el de la constante de Planck. El momento angular es un concepto que en el nivel de 4º ESO no es posible entender, no será hasta bachiller cuando pueda ser entendido ya que implican cálculos matemáticos y abstracciones espaciales más complicadas que las enseñadas en este nivel. Por otro lado la constante de Planck podría definirse como un número, aunque los alumnos no entenderían de dónde proviene. Una explicación más rigurosa implicaría definir la relación de Planck-Einstein, el concepto de fotón y de onda electromagnética, otras tres cuestiones no triviales. El tercer postulado no aparece en el libro de texto.

Por otro lado no aparece ninguna crítica, simplemente el libro dice que “el modelo de Bohr no es lo suficientemente preciso” y entonces menciona y explica superficialmente el nuevo modelo, el modelo mecano-cuántico de Schrödinger. No hay ninguna explicación de por qué se abandona este modelo.

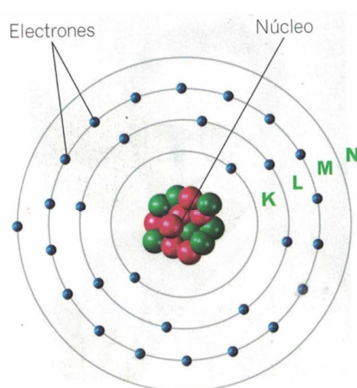
Habría que añadir la importancia de destacar las grandes implicaciones que tuvo el modelo de Bohr, entre las que está la hipótesis ondulatoria de L. de Broglie. Pero sobre todo habría que resaltar el hecho de que fue propuesto para explicar el espectro de emisión del átomo de hidrógeno. Como en este nivel de enseñanza aún no se ha visto lo que son los espectros, lo que sí que habría que explicar es que de los más de cien átomos que hay en la tabla periódica sólo explica uno, el hidrógeno. Haciendo diversos cálculos, que no proceden a este nivel, se pueden calcular las frecuencias de la radiación emitida y se puede comprobar que este resultado coincide perfectamente con el observado, sin embargo se debe a una feliz casualidad que tardaría años en demostrarse. Esto debería explicarse a nivel de 4º de la eso, que fue una casualidad, pero que fue tan perfecta la coincidencia teoría-experimento que hizo que los científicos le prestaran mucha atención (Marín, 2005; Palacios, 2015-2016).

Con el conocimiento actual que se tiene de la mecánica cuántica, el cual se supone desde los años 30 hasta la actualidad, a posteriori se ha podido decir que el modelo de Bohr es erróneo y no solo poco preciso como se ha comentado en el párrafo anterior. Y

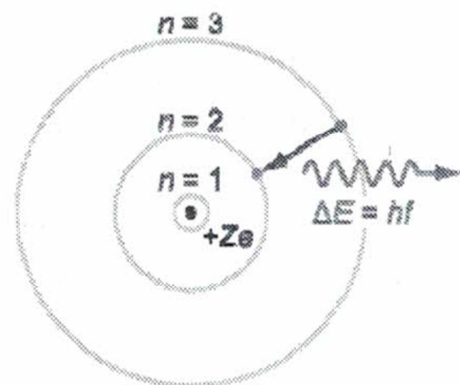
es erróneo porque viola las leyes de la física (Palacios, 2015-2016). Habría que hacer un hincapié al explicar el modelo atómico de Bohr y hablar de la mecánica clásica, mayormente la que los alumnos han estudiado hasta ahora, e introducir la mecánica cuántica muy superficialmente. Se puede mencionar a los alumnos que el primer postulado es falso, si una carga siguiera una órbita circular sí emite radiación según la mecánica cuántica y de hecho también según la mecánica clásica, pero la explicación de que es lo que realmente ocurre sobrepasa los límites de las enseñanzas medias. Por otro lado el segundo postulado lo demuestra la mecánica cuántica para valores muy grandes del nivel de las órbitas, pero no necesariamente para valores pequeños de n , lo cual resalta la casualidad que se dio para el átomo de hidrógeno (Palacios, 2015-2016). Hay varias críticas más a este modelo pero requieren de un conocimiento de la física mucho más avanzado y por lo tanto no es viable poder explicarlo en secundaria, ni en bachillerato.

También podríamos hacer referencia al uso de comparaciones inadecuadas, como es “algo parecido ocurre con los planetas del Sistema Solar, que giran alrededor del Sol”. Aquí se están mezclando conceptos cuánticos con los clásicos, pudiendo generar confusiones, errores e incluso ideas alternativas en los estudiantes.

Finalmente se muestra la imagen propuesta por el libro de texto para ilustrar el modelo atómico de Bohr a la izquierda y el propuesto en los apuntes de la universidad a la derecha.



Vidal, De Prada, De Luis, Pichardo, Sanz, 2011



Palacios, 2015-2016

Podemos observar las diferencias entre ambas imágenes. En el libro de texto se indica qué son los electrones y el núcleo, indicando mediante bolitas de colores los electrones, los neutrones y los protones. Además también se añaden las letras de las capas, K, L, M y N. En cambio el de la universidad solo presenta las diferentes

posibilidades de capas n , no diferencia con las letras del abecedario, sino con diferente número de n . También hay que observar que la distancia entre niveles energéticos en la imagen del libro de texto siempre es la misma y esto en la realidad no es así. Por otro lado la imagen propuesta por Palacios (2011) añade la posibilidad de un electrón de saltar de una capa a otra emitiendo radiación.

Concluir que la diferencia de distancia entre los niveles energéticos y el salto del electrón no procede que se muestren en el libro de texto de secundaria puesto que implican conocimientos avanzados que no corresponden a este nivel de enseñanza.

Discusión y consideraciones finales

La explicación a nivel de secundaria de los modelos atómicos es muy compleja, mucho más de lo que parece a primera vista. Hacer una buena transposición didáctica de este apartado de la ciencia es realmente complicado, pero se puede hacer.

Podríamos empezar preguntándonos por qué se están escribiendo los libros de texto sin apenas, o ninguna, contextualización ni ubicación histórica y no solo en lo que se refiere a los modelos atómicos, los cuales se presentan sin apenas relación entre ellos, sino a toda la ciencia en general. Una buena respuesta sería la falta de tiempo por parte de los profesores. Hay una exigencia por parte del gobierno de tener que dar ciertos contenidos, y, si se explicase debidamente la ciencia, incluyendo su epistemología, posiblemente no diese tiempo a mostrar en clase la mitad de los contenidos. Es por ello que muchos profesores prefieren ir a lo que consideran como imprescindible y dejar la historia aparte. Además si se escribiese con más extensión la epistemología, los libros de texto posiblemente serían el doble de grandes, con sus consecuencias, como el doble de caros, más peso para el alumno etc. Es por ello que se debería plantear si los currículos están bien planteados o se podrían mejorar, buscando una mejor manera de enseñar ciencia, y estoy convencida de que la hay.

Por otro lado me sorprende que en ningún momento se haga alusión al hecho de que el modelo de Bohr solo explica el átomo de hidrógeno y que, además, fue por una feliz coincidencia, y es muy importante este hecho. Debería mencionarse además todas las implicaciones que dieron lugar como consecuencia de este modelo atómico.

Los libros de texto son una buena referencia para poder empezar a preparar el contenido que se imparte en una clase, pero no se puede dar por bueno todo lo que viene

escrito. Aquí empieza la pregunta de la fiabilidad de los libros de texto. Hay que tener en cuenta tanto el contenido como el lenguaje usado. Y hay que tener espíritu crítico y cuando sea necesario crearse uno mismo los propios materiales.

Finalmente concluir que este libro de texto no es especialmente bueno en cuanto a la elaboración del epígrafe de los modelos atómicos. Tiene bastantes fallos, ya nombrados, y coinciden con algunos de los mencionados por Solbes et al. (2002) y Moreno et al. (2010), nombrados en la introducción. Además habría que plantearse la gran complejidad del modelo atómico de Bohr y la posibilidad de enseñarlo en bachiller y no en cuarto de la ESO, pudiendo así profundizar más en los modelos atómicos anteriores.

Referencias

Bohr, N. (1913), On the constitution of atoms and molecules. *Philosophical Magazine* Series 6, 26: 151, 1 – 25. Recuperado el 4/1/2019 de http://www.ymambrini.com/My_World/History_files/bohr_PhilMag_26_1_1913.pdf.

Casado Aragonese, Y., Llamas Salguero, F., y López Fernández, V. (2015). Inteligencias múltiples, creatividad y lateralidad, nuevos retos en metodologías docentes enfocadas a la innovación educativa. *Reidocrea*, 4(43), 343-358.

Chevallard, Y. (1997). La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado. Aique. Recuperado el 8/1/2019 de https://www.terras.edu.ar/biblioteca/11/11/DID_Chevallard_Unidad_3.pdf

Cid, R. y Dasilva, G. (2012). Estudiando cómo los modelos atómicos son introducidos en los libros de texto de Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9 (3), 329-337.

Cuéllar, L., Gallego, R. y Pérez, R. (2008). El modelo atómico de E. Rutherford. Del saber científico al conocimiento escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, 26 (1), 46-52.

De la Gandara, M., Gil, M. y Sanmarti, N. (2002). Del modelo científico de <adaptación biológica> al modelo <adaptación biológica> en los libros de texto de enseñanza obligatoria. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(2), 303-314.

Herreño, J., Gallego, R., Pérez, R. (2010). Transposición didáctica del modelo científico de Lewis-Langmuir. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de la Ciencia*, España, 7(2), 527-543.

Izquierdo, M., Espinet, M., García, M.P., Pujol, R.M., y Sanmartí, N. (1999). Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra, 79-91.

Marín, E. (2005). Acerca de la enseñanza del modelo atómico de Bohr. *Revista cubana de física*, 22(2), 125-135.

Moreno, J. E., Gallego, R. y Pérez, R. (2010). El modelo semicuántico de Bohr en los libros de texto [The semi-quantum Bohr's model in textbooks], *Ciência & Educação*, 16(3), 611–629.

Palacios Latasa, Elías. (2015-2016). Capítulo 2: propiedades ondulatorias de las partículas libres. *Física cuántica I*. Material no publicado.

Solbes, J., Calatayud, M., Climent, J. y Navarro, J. (1987). Errores conceptuales en los modelos atómicos cuánticos. *Enseñanza de las ciencias*, 5(3), 189-195.

Vidal, M.C., De Prada, F., De Luis, J.L., Pichardo, R., Sanz, P. (2011). *Física y química 4 ESO*. Proyecto los caminos del saber, Madrid, Santillana.

Flipped Classroom en dinámica de 4º ESO

Julia Espín Muñoz. Especialidad en Física y Química

Introducción

Actualmente, en materia de educación, el problema de dotar a los centros educativos de infraestructuras de telecomunicaciones y de sistemas y equipos informáticos ha quedado relegado a un segundo plano. En su lugar, la cuestión central reside en la innovación del modelo de enseñanza en las aulas (Area, 2008).

Esta innovación tiene un carácter muy variado, puede referirse tanto a nivel curricular como pedagógico y tiene que involucrar todos los factores presentes en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Además tiene que tener como base el aprendizaje del alumno y la atención a la diversidad (Domínguez, Rivilla y Sánchez, 2011).

Hoy en día, gran parte de la innovación va unida a la tecnología. Los estudiantes que se encuentran en colegios e institutos han nacido en la era de la sociedad de la información, por lo que tienen una gran habilidad relacionada con el manejo de las TICs. Por ello su uso en el aula tiene un gran potencial educativo, ofreciendo una nueva forma, una innovación, en los procesos de enseñanza-aprendizaje (Falco, 2017). Los docentes tienen la posibilidad, y el deber, de incorporar a este reciente contexto tecnológico, nuevas estrategias que completen y mejoren la práctica educativa (González, 2008).

Al usar las TICs (Tecnologías de la Información y la Comunicación) permite tanto al docente como a los estudiantes evolucionar y adaptarse a los nuevos requerimientos de esta sociedad cambiante en la que vivimos. Se adoptan nuevos roles que distan del tradicional, permitiendo a los alumnos tener una mayor participación en su aprendizaje y adquirir nuevas competencias (Falco, 2017). Pero aunque en los centros educativos la innovación esté en auge, aún queda mucho camino que recorrer ya que la falta de tiempo, de medios o de desconocimiento hace que una gran cantidad de docentes opten por seguir utilizando en el aula métodos tradicionales (Martín y Santiago, 2016).

Por consiguiente, se van a aplicar una innovación en el modelo de enseñanza, en el cual se va a hacer uso de las TICs. Se va a impartir la unidad didáctica de dinámica

física mediante la clase invertida a un grupo de 4º ESO del IES Tiempos Modernos, situado en la margen izquierda de Zaragoza, que consta de 22 alumnos.

La clase invertida está cada vez siendo más usada por los profesores, siendo aplicada desde niveles tempranos como primaria hasta los más superiores en la universidad. Hay varias investigaciones cualitativas basadas en la motivación y el rendimiento de los estudiantes (Martín y Santiago, 2016) que ponen de manifiesto las ventajas de esta metodología, como son la mayor implicación del estudiante, un aprendizaje más profundo y una mayor adaptación al ritmo de cada estudiante (Martín y Santiago, 2016).

Además también se va a preparar una sesión en la que se usará la gamificación, mediante el uso del Kahoot, para conseguir aumentar la motivación de los alumnos hacia la materia ya que les resulta un elemento atractivo y sirve para motivarles y también puede fomentar el trabajo colaborativo como indican ciertos estudios de caso (Pintor, 2017; Díez, Bañeres y Serra, 2017; Martínez, 2017).

También se pedirá a los alumnos que realicen una experiencia de cátedra sobre las leyes de Newton y la graben en vídeo. De esta forma se espera que adquieran una mayor comprensión de la materia, vean su aplicación a la vida cotidiana y a la vez hagan uso de las TICs, fomentando la competencia digital.

La elección de esta metodología radica en la personalidad del grupo-clase, ya que son alumnos muy aplicados, trabajan bastante tanto en casa como en clase y por consiguiente, realizar un cambio en su rutina puede ayudarles a incrementar su interés por la materia, salir un poco del rol de enseñanza tradicional y además ayuda a prestar una mayor atención a la diversidad. Aunque en su mayoría van a la par, hay algunos alumnos a los que les cuesta un poco más adquirir los conceptos.

El objetivo del trabajo es comprobar la eficacia de usar una nueva metodología de enseñanza en el aula, en este caso la de la clase invertida, verificar si ayuda a los estudiantes a entender mejor la materia y cuál es su percepción, comprobar si la prefieren a la tradicional. Además también se quiere comprobar si la gamificación ha tenido efecto o no y si han ganado una mayor comprensión de la materia mediante la experiencia de cátedra realizada por ellos mismos y grabada en vídeo. Para ello se van a exponer una serie de actividades realizadas, tanto en el aula como en clase, los

resultados obtenidos y las conclusiones y un cuestionario anónimo de final del tema en el cual puedan exponer sus opiniones.

Fundamentación teórica

La clase invertida

Como se ha mencionado, el uso de nuevas metodologías en el aula está teniendo un gran auge, y entre ellas se encuentra la clase invertida. Este modelo nació gracias a Lage, Platt y Teglia y a las aportaciones de Bergmann y Sams, y se basa en intercambiar las actividades realizadas en el modelo tradicional, lo que se hacía en clase ahora se hace en casa y lo que se hace en casa se hace en clase (Blasco, Lorenzo y Sarsa, 2016). La innovación reside en que el estudiante intenta comprender por su cuenta los contenidos y logre resolver algunos ejercicios para verificar que lo ha entendido, antes de comentarlos en clase.

Esto proporciona múltiples ventajas: durante las horas presenciales, el docente se libera de empezar desde el principio el contenido y aprovecha para resolver dudas y realizar otras actividades (Zapata, 2013), pudiendo aprovechar el tiempo de una forma más efectiva y creativa, además se fomenta el trabajo autónomo del estudiante, convirtiéndose en responsable de su aprendizaje, pudiendo conseguir mayores logros, interés y compromiso por parte de los estudiantes (Ros y Rosa, 2015).

Algunos autores afirman que esta metodología no es nueva, sino que se ha estado utilizando desde que los profesores hacían que los estudiantes se responsabilizasen de su propio aprendizaje, adquiriendo conocimiento fuera del aula y profundizándolo para posteriormente en el aula aprovechar el tiempo en otras actividades (Ros y Rosa, 2015).

Recientemente se está empezando a introducir el concepto de Flipped learning o aprendizaje invertido, el cual va más allá de la flipped classroom. La Flipped Learning Network (FLN) explica que al invertir una clase es posible que se esté dando un aprendizaje invertido, pero no tiene por qué. Concreta que para que se de este aprendizaje invertido se tienen que incorporar cuatro bases: un ambiente flexible, una cultura del aprendizaje, un contenido dirigido y un facilitador profesional (Flipped Learning Network 2014:1). La clase invertida hace referencia al intercambio de roles y el aprendizaje invertido se centra más en el alumno (Martín y Santiago, 2016).

En el modelo de la clase invertida los roles del alumno y del profesor cambian. El docente deja de ser un experto que transmite conocimiento y pasa a ser un colaborador, y el alumno pasa de ser un oyente pasivo a ser un componente activo (Blasco, Lorenzo y Sarsa, 2016).

Los alumnos que integran las aulas se pueden dividir en tres tipos: los alumnos con buenas capacidades mentales, que entienden todo casi sin esfuerzo, los que tras horas de dedicación consiguen entenderlo y los que les cuesta mucho seguir el desarrollo mental y prácticamente no llegan a entender lo que están haciendo (Zapata, 2013). Mediante la metodología tradicional los alumnos del primer tipo se acaban aburriendo en las clases y los del tercer tipo no saben por dónde empezar, por lo que el uso de esta nueva metodología en las aulas permite adaptarse a las características particulares de cada individuo. Además con los roles tradicionales, los alumnos que solían participar más en clase eran los que mejor entendían los conceptos mientras que ahora éstos pueden trabajar más libremente y los que necesitan más ayuda, que antes no preguntaban tanto ya que veían que se iban quedando atrás, se hacen más presentes en el aula (Tucker, 2012).

Uno de los puntos clave y más complicado de conseguir, es incentivar la autonomía de los estudiantes y conseguir que los alumnos sean responsables de su propio aprendizaje (Tucker, 2012). Hasta hace unos años los alumnos no conocían otro método de enseñanza más allá del modelo tradicional, y conseguir que los alumnos entiendan esta nueva forma de aprendizaje resulta complicado.

Entre los mayores inconvenientes de esta metodología es conseguir que los alumnos trabajen los contenidos fuera del aula, antes de verlos en clase, y que lo hagan todos, ya que en clase no se va a explicar los conceptos mandados para ver casa, sino a aclarar dudas o repasarlos por encima (Ros y Rosa, 2016). Por lo tanto no es suficiente con mandar a los alumnos que vean los vídeos, la tarea tiene que ir acompañada de otra propuesta, como por ejemplo anotar conceptos en el cuaderno y explicaciones (Tucker, 2012).

Otro de los inconvenientes es la gran cantidad de trabajo que tiene que realizar el docente fuera del aula ya que tiene que crear los contenidos y realizar una programación de sesiones y actividades acorde con esta metodología (Ros y Rosa, 2016).

En cuanto al contenido, existen múltiples y diversas formas de crearlo para que los alumnos lo utilicen fuera del aula y aunque se pueden usar libros o manuales, hay varias investigaciones que muestran que tanto alumnos como profesores eligen preferentemente el sistema de videos (Ros y Rosa, 2015). Además otros estudios comparan estas dos formas y concluyen que muchos estudiantes no terminan la tarea asignada mediante textos y en cambio la mayoría sí que la hace mediante los vídeos (Bishop y Berleger, 2013).

La gamificación

También se pueden introducir otras innovaciones, como la gamificación. Esta metodología consiste en utilizar técnicas de juego, en las cuales se haga uso del pensamiento, para incentivar el interés de los alumnos y motivarlos, mientras se promueve y consolida el aprendizaje y (Pérez, 2016). Por otro lado tiene ciertos inconvenientes como son las dificultades en el proceso evaluador y la ausencia de un diseño claro y formal (Díez et al, 2017).

Este tipo de actividades están siendo cada vez más usadas en los centros educativos debido a la gran aportación que ha hecho la tecnología, creando innumerables fuentes de opciones para poder ser usada en el aula. Por lo tanto este recurso tiene un gran potencial en educación (Díez et al., 2017).

Al usar una buena estrategia, dentro de un contexto educativo, se puede incentivar a que los alumnos adquieran un comportamiento determinado mediante factores como la recompensa o el estatus. Además, aparte de potenciar su motivación, también se puede estimular el trabajo colaborativo (Díez et al., 2017).

Aunque la mayoría de estudios muestran que la gamificación es positiva, hay que tener cuidado y prestar atención a determinados componentes, como el tiempo, el diseño previo y conciso de las actividades, el contexto y las reglas, así como intentar evitar distracciones, como entrar en otras páginas o redes sociales, ya que en caso contrario la experiencia puede fracasar. Los mecanismos más eficientes llevados a la práctica son dar una retroalimentación continua, emplear hilos narrativos, usar nuevas tecnologías y tener muy claro el tipo de alumnos que tenemos (Díez et al., 2017; Martínez, 2017).

Una de las posibilidades que ofrece la tecnología es el Kahoot, un juego tipo cuestionario, que se puede jugar tanto individualmente como en equipo y que se puede usar en las clases mediante un proyector y los móviles de los alumnos, u ordenadores.

De esta manera se pueden repasar conceptos, poner en práctica lo aprendido o hacer evaluaciones iniciales (Martínez, 2017).

El Kahoot incentiva la participación del alumno ya que lo ven como un juego y permite absorber y retener una mayor cantidad de información de una manera más sencilla. Además resulta de gran utilidad al profesor porque puede llevar un control más día a día de la clase (Martínez, 2017).

Las experiencias prácticas

La enseñanza de las ciencias no puede ser meramente teórica, tiene que incorporar un aprendizaje de la ciencia, de su naturaleza y de su práctica. Por lo tanto, la parte práctica tiene una gran importancia y debería ser aplicado en la enseñanza de las ciencias. Su práctica da lugar a tres tipos de aprendizaje: los alumnos adquieren una comprensión conceptual mayor, aumenta su comprensión sobre el proceso y su habilidad de investigación (Hodson, 1994).

Entre las experiencias de laboratorio se encuentran las experiencias de cátedra. Éstas son un recurso decente en el cual se hacen experimentos y demostraciones en el aula, priorizando la visualización frente a la manipulación, y sirven para ejemplificar los conceptos teóricos y su aplicación práctica, ayudando a los alumnos a mejorar su comprensión y retención. Tienen grandes ventajas ya que los alumnos se sienten atraídos por estas actividades, aumentando su motivación y propiciando una reflexión sobre los procesos que han ocurrido, además de relacionarlos con la vida cotidiana (Mohino et al, 2012; Vázquez, Parada y Fernández, 1994).

Con la metodología tradicional es posible que un alumno supiese resolver los problemas propuestos perfectamente, pero sin tener claro los conceptos que estaba utilizando. Por ello, realizar estas actividades son necesarias para que los alumnos profundicen en el conocimiento que adquieren de la materia (Vera, Rivera y Fuentes, 2013).

Por otro lado, no siempre se dispone del material necesario en los centros educativos, por lo que estas experiencias de cátedra pueden sustituirse por vídeos. Esta herramienta permite al docente mostrar múltiples ejemplos de experiencias, escogiendo las más adecuadas o creándolas él mismo y grabándolas. Esta actividad se basa en dos pilares, el mencionado anteriormente sobre las necesarias experiencias de cátedra en las

aulas y por otro lado, la efectividad del uso de las TICs en el aprendizaje (Vera et al, 2013).

Metodología

La experiencia tiene lugar durante el mes de abril y mayo de 2018, en un grupo de 4ºESO del IES Tiempos Modernos de Zaragoza. El número de sesiones dedicadas al desarrollo de la unidad didáctica es 8 y como se ha comentado anteriormente, se va a impartir mediante la clase invertida.

La metodología utilizada se basa en las acciones que se describen a continuación.

1. Videos. Previamente a las clases, los alumnos tienen que ver un vídeo, creado mediante la plataforma VideoScribe, y compartido con youtube, y al que pueden acceder mediante la plataforma de moodle. Mediante su visualización e interpretación de su contenido, los alumnos adquieren el conocimiento al ritmo que ellos se marquen, adaptándose a las características de cada alumno, ya que pueden parar y ver el vídeo tantas veces como quieran. Los videos son de creación propia y contienen los contenidos específicos que a mi parecer son los más importantes, así como ejemplos para solventar las posibles dudas que puedan surgir.

2. Organizadores. Son unas hojas donde los alumnos tienen que rellenar unos huecos. De esta forma se comprueba que los alumnos han visto el vídeo y además les ayuda a organizar el conocimiento y asentarlo. Por lo tanto, tras visualizar los vídeos, los alumnos tienen que escribir en unas hojas, que se les han entregado previamente, el conocimiento adquirido.

3. Clases presenciales. Tienen múltiples propósitos además de aumentar la relación profesor-alumno. Las podemos dividir en dos partes:

3.1 La primera parte se dedica a solventar las dudas que han surgido sobre los conceptos vistos en los vídeos, pudiendo resaltar el docente lo que considere importante, hacer preguntas y realizar ejemplos prácticos, reforzando el conocimiento adquirido previamente por los estudiantes.

3.2 Posteriormente se resuelven ejercicios en los cuales se tiene que aplicar lo visto en los vídeos y lo comentado en clase. Los alumnos trabajan individualmente pero cuando tienen dudas se preguntan entre ellos o al profesor, que se va moviendo por el

aula para ayudarlos e ir comprobando tanto que están trabajando como que saben qué es lo que hay que hacer.

4. Cuestionarios tipo test. Sirven para que los alumnos comprueben que han entendido los conceptos y saben aplicarlos, y para que el docente supervise la evolución de la clase. Se encuentran disponibles en moodle, cuentan con un máximo de diez preguntas, son de elección múltiple, con tres opciones por pregunta, o de escribir el resultado un problema, y se corrigen automáticamente.

5. Hojas de problemas. Su función es profundizar e intensificar el conocimiento de los alumnos sobre la materia. Los estudiantes tienen colgada en moodle una colección de problemas que puedan ir resolviendo al ritmo que ellos quieran, aunque el docente vaya aconsejando realizarlos acorde con la teoría vista hasta ese momento. Además, parte de ellos están ya resueltos y otros se realizan y explican en las clases presenciales.

6. Gamificación. Para incentivar el interés y la motivación de los alumnos se utilizó el juego del Kahoot, concretamente con los tipos de fuerzas y sus características. Además también sirve como forma de evaluación del conocimiento adquirido por los alumnos.

7. Uso de las TICs junto con experiencia de cátedra. Se pide a los alumnos que realicen unos vídeos en los cuales escojan una de las leyes de Newton, la expliquen y hagan una experiencia en la cual se ponga de manifiesto esa ley. Además lo tienen que grabar en vídeo y se verá posteriormente en clase. De esta forma los alumnos profundizan en su conocimiento sobre la dinámica, reflexionan y lo aplican usando instrumentos de la vida cotidiana.

8. Encuesta de opinión. Se entrega a los alumnos un cuestionario para comprobar qué les parece el nuevo método de la clase invertida, si lo prefieren al tradicional, qué opinan de los vídeos, de las actividades realizadas, de la evaluación, qué es lo que más les ha gustado, lo que menos y lo que cambiarían.

Materiales utilizados

1. Vídeos:

- Primera ley de Newton:
<https://www.youtube.com/watch?v=9GqnPIRpiQ8>
- Segunda ley de Newton:
<https://www.youtube.com/watch?v=Y63VpVTzSRA&t=1s>
- Tercera ley de Newton:
<https://www.youtube.com/watch?v=SPZjNIKDCNQ&t=12s>
- Fuerza normal, de rozamiento y peso:
<https://www.youtube.com/watch?v=dT4IarKL1pE&t=1s>
- Fuerza de tensión:
<https://www.youtube.com/watch?v=dT4IarKL1pE&t=1s>

2. Organizadores.

- Leyes de Newton:

	También se conoce como la ley de:	¿Qué dice la ley?	¿Existe una relación matemática? ¿Cuál?	Dibujo explicativo
1ª ley de Newton				
2ª ley de Newton				
3ª ley de Newton				

Figura 1: Tabla organizadora de las leyes de Newton

- Fuerzas:

Tipo de Fuerza	Dónde se aplica	Dirección	Sentido	Dibujo explicativo
Normal				
Peso				
Rozamiento				
Tensión				

Figura 2: Tabla organizadora de los tipos de fuerzas

3. Kahoot:

<https://create.kahoot.it/share/fuerzas/396a6627-c1dd-4f31-afed-3dd50e66a36c>

1. La fuerza normal es

- a. Paralela a la superficie y en el sentido del movimiento
- b. Perpendicular a la superficie y hacia dentro
- c. Paralela a la superficie y en sentido contrario al movimiento
- d. Perpendicular a la superficie y hacia fuera

2. La normal

- a. Sólo depende del peso
- b. Tiene un valor fijo
- c. Depende del resto de fuerzas implicadas
- d. Ninguna de las anteriores

3. El peso

- a. Se mide en Kg
- b. Es la masa entre la gravedad
- c. Es la masa por la gravedad
- d. Es la gravedad entre la masa

4. El peso

- a. Depende de la fuerza normal
- b. Tiene un valor fijo
- c. Depende del resto de fuerzas implicadas
- d. Ninguna de las anteriores

5. El coeficiente de rozamiento

- a. Tiene unidades
- b. Depende del tipo de superficie
- c. Depende de las fuerzas implicadas
- d. Siempre vale lo mismo

6. La fuerza de rozamiento

- a. Tiene la dirección del movimiento y el mismo sentido
- b. Tiene la dirección de movimiento y sentido contrario
- c. Perpendicular a la dirección del movimiento y hacia fuera
- d. Perpendicular al sentido del movimiento y hacia abajo

7. La fuerza de rozamiento

- a. Siempre vale lo mismo
- b. No tiene unidades
- c. Depende de la normal
- d. Siempre vale lo mismo y no tiene unidades

8. La masa y el peso es lo mismo

- a. Si
- b. No
- c. A veces
- d. Solo en la Tierra

9. Calcula el peso de un objeto de 2 Kg en la tierra

- a. 16,9
- b. 16,9 N
- c. 2 N
- d. 2 m/s^2

10. Un cuerpo se moverá con velocidad constante siempre que

- a. La resultante de las fuerzas que actúan sobre él sea nula
- b. Actúe una fuerza constante
- c. La aceleración es constante
- d. Existen dos fuerzas con igual dirección y sentidos opuestos

11. Al aplicar una misma fuerza sobre un cuerpo de masa m y $2m$

- a. La aceleración que adquiere el 1º es el doble que la del 2º
- b. La aceleración que adquiere el 2º es el doble que la del primero
- c. Ambos adquieren la misma aceleración
- d. La aceleración que adquiere el 2º es cuatro veces la del primero

12. Una lámpara de 0,2 Kg está apoyada sobre una mesa de 10 Kg. ¿Valor de la normal? ($g=10 \text{ m/s}^2$)

- a. 10,2 N
- b. 102 N
- c. 2 N
- d. 100 N

4. Cuestionarios:

Cuestionario leyes de Newton:

1. Isaac Newton fue un científico del siglo XVII que a los 23 años descubrió
 - a. Que el Sol era el centro del Universo
 - b. Que la Tierra era redonda
 - c. La leyes del movimiento
2. ¿Cuál es la unidad de la fuerza en el Sistema Internacional?
 - a. Newton
 - b. Libra
 - c. Julio
3. Ley que afirma que si un cuerpo está en movimiento seguirá en movimiento rectilíneo uniforme para siempre es la:
 - a. Tercera Ley de Newton
 - b. Segunda Ley de Newton
 - c. Primera Ley de Newton
4. Cuando un coche se detiene es importante llevar puesto el cinturón de seguridad, porque en ese momento se cumple la:
 - a. La Tercera Ley de Newton
 - b. La Segunda Ley de Newton
 - c. La Primera Ley de Newton
5. ¿Cuál de los siguientes enunciados de la ley de la inercia es correcto?
 - a. En ausencia de interacción, los objetos tienden a conservar su situación de posición, caracterizada por una posición constante
 - b. Cuando hay una interacción, los objetos tienden a conservar su situación de movimiento, caracterizada por una velocidad constante
 - c. En ausencia de interacción, los objetos tienden a conservar su situación de movimiento, caracterizada por una velocidad constante
6. ¿Qué Ley afirma que un objeto sobre el que actúa una fuerza no equilibrada acelerará en la dirección de esa fuerza?
 - a. Ley de la acción mutua
 - b. Ley fundamental de la mecánica
 - c. La Ley de la inercia

7. Si aplicamos fuerzas iguales a dos objetos, uno con mayor masa que el otro, avanzará más lentamente el que tenga:
- Mayor masa
 - Es independiente de la masa
 - Menor masa
8. ¿Cuál de los siguientes enunciados de la ley de la acción mutua es correcto?
- a. La interacción entre dos objetos produce siempre dos fuerzas, una sobre cada una de ellos, cuyos módulos distintos, y tienen el mismo sentido y direcciones opuestas
 - b. La interacción entre dos objetos produce siempre dos fuerzas, una sobre cada una de ellos, cuyos módulos son iguales, y tienen la misma dirección y sentidos opuestos
 - c. La interacción entre dos objetos produce siempre dos fuerzas, una sobre cada una de ellos, cuyos módulos son iguales, y tienen el mismo sentido y direcciones opuesta
9. ¿Qué aceleración se producen una esfera de metal de 85 Kg. de masa si recibe una fuerza constante de 90 N?
- 1,058 m/s
 - 7650 m/s
 - 0,94 m/s
10. ¿Por qué se detiene un objeto que está en movimiento si aparentemente no existe ninguna fuerza sobre él?
- Porque existe una fuerza que se llama fuerza de rozamiento o fricción.
 - Porque es una excepción de las Leyes de Newton
 - Porque está en una superficie muy resbaladiza

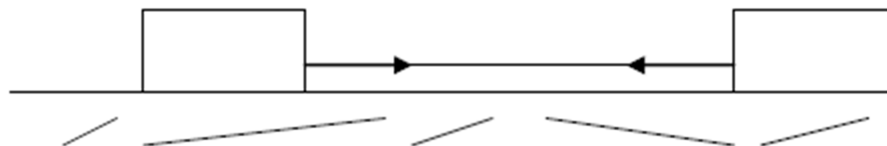
Cuestionario Tensión

13. ¿Cuándo aparece la tensión?
- Siempre que hay cuerdas, cadenas, cables en estado de tensión
 - Siempre que hay cuerdas, cadenas, cables... da igual su estado
 - Siempre que hay cuerdas, cadenas, cables no tensos

14. La tensión en los problemas se escribe...

- a. Es indiferente
- b. T
- c. t

15. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta respecto a la figura?



- a. La tensión en cada lado es distinta
- b. Solo hay dos tensiones, situadas en los extremos de la cuerda
- c. Hay infinitas tensiones que se anulan entre sí, salvo dos, situadas en los extremos de la cuerda

16. Señala la/s opción/es correcta/s

- a. El sentido es desde el objeto hacia fuera
- b. La tensión siempre lleva la dirección perpendicular al cable/cuerda
- c. El sentido es desde fuera al objeto
- d. La tensión siempre lleva la dirección del cable/cuerda

17. Tenemos un cable que sale del techo y del que cuelga un balón de 8 Kg.
¿Cuánto vale la tensión? (Recuadro para contestar)

5. Encuesta de opinión:

- ¿Qué te ha parecido este nuevo método de dar clase?
- ¿Prefieres este método o el tradicional? ¿Por qué?
- Valora los vídeos del 1(mínimo) al 5(máximo)
- ¿Poder ver los vídeos siempre que quieras te ha resultado útil? ¿Por qué?
- ¿Te han ayudado a repasar para el examen? ¿Por qué?
- ¿Qué opinas de las actividades realizadas? Videos de las leyes de Newton, cuestionarios, Kahoot, hojas organizadoras.
- ¿Qué te parece la evaluación?
- ¿Qué es lo que más te ha gustado? ¿Y lo que menos?
- ¿Qué cambiarías?

Datos obtenidos

Tanto la tabla de la figura 1 como la tabla de la figura 2 la rellenaron el 85% de los alumnos. El cuestionario sobre las leyes de Newton lo rellenaron el 90% y el cuestionario sobre la tensión el 70%.

Los resultados de los cuestionarios se pueden ver en la siguiente figura:

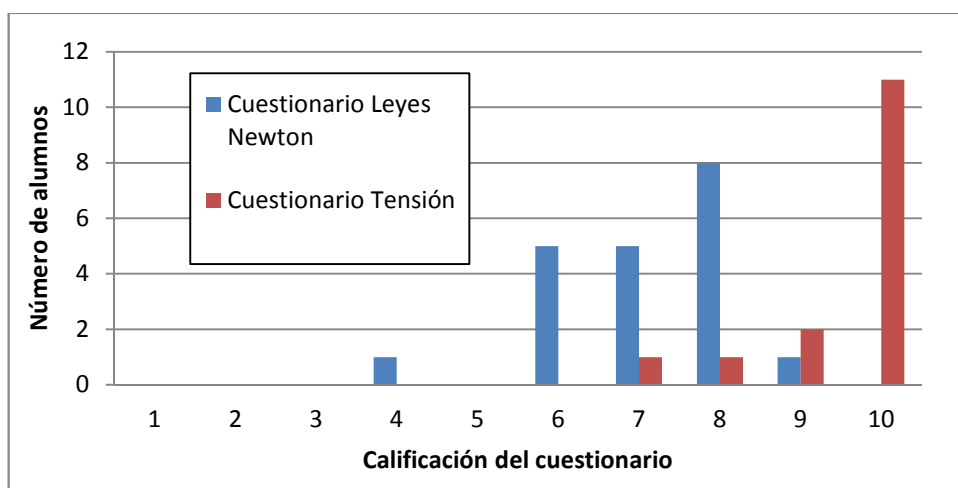


Figura 3: Número de alumnos en función de la calificación obtenida en el cuestionario.

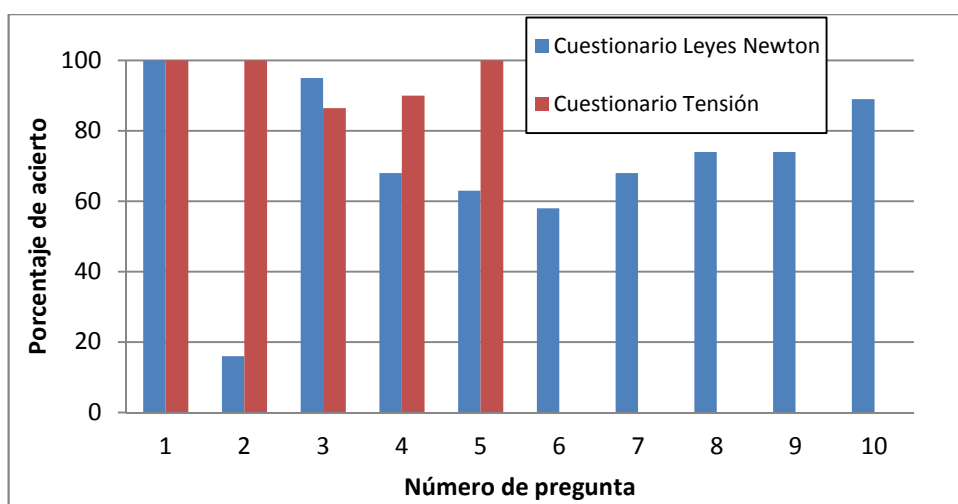


Figura 4: Porcentaje de acierto en función del número de pregunta del cuestionario.

Los resultados del Kahoot se pueden ver en las siguientes figuras:

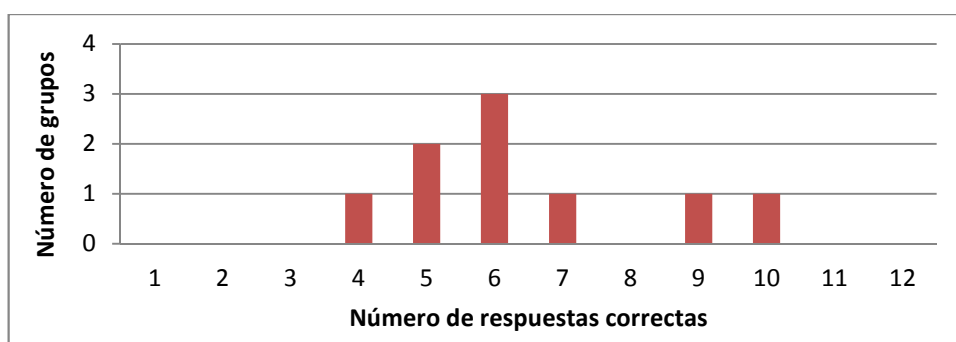


Figura 5: Número de grupos, formados para jugar al Kahoot, en función del número de respuestas correctas.

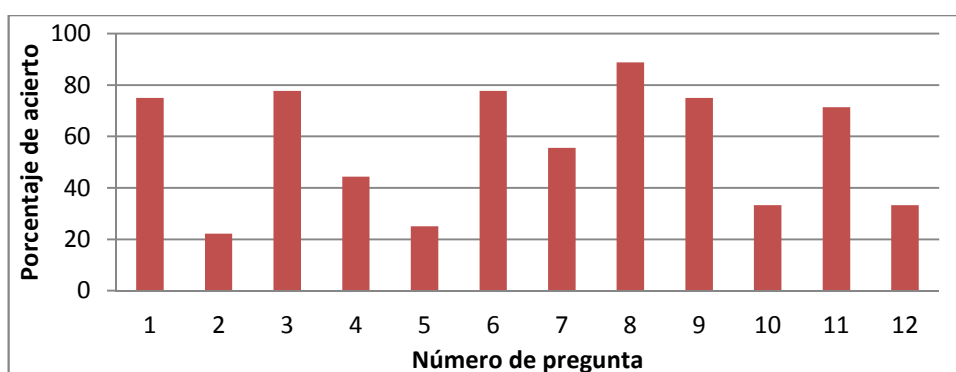


Figura 6: Porcentaje de respuestas correctas en función del número de pregunta del Kahoot.

La encuesta realizada a los estudiantes sobre qué les ha parecido la forma de dar la unidad didáctica muestra unos resultados poco favorecedores para la clase invertida. De un total de 22 estudiantes, solo dos preferían este tipo de metodología, los 20 restantes prefieren el método tradicional. A pesar de esto, a 10 de ellos les ha parecido bien aunque se decanten por el tradicional.

Cuando se les pregunta que por qué lo prefieren, la mayoría de las respuestas se basan en que ya están acostumbrados a trabajar de la otra forma. Otro factor expuesto por la mayor parte de los alumnos es que cuando tenían dudas sobre los vídeos, tenían que esperar hasta que hubiese clase para poder preguntar y resolverlas, lo cual no les convencía.

Los comentarios a favor de los vídeos se corresponden con dos razones diferentes. En primer lugar se encuentra su uso para verlo en casa antes de clase, para saber de qué iba la sesión de ese día, pero pedían comentar ampliamente en clase todo lo que

aparecía en el vídeo. También, algunos de ellos se respondían a sí mismos que entonces verlos en casa era una pérdida de tiempo. En segundo lugar, les resultaba atractiva la opción de poder verlo después de la clase presencial, por si se habían olvidado de algún concepto, para poder repasar lo visto o hacerlo previamente al examen.

Otra de las preguntas fue la calidad de los vídeos. La puntuación media que los estudiantes le atribuyen es de un 3,35 sobre 5. Los principales defectos son que los ejercicios estaban explicados demasiado deprisa para ser la primera vez que los veían y que había pocos ejercicios resueltos.

Además la mayoría de los alumnos les han parecido útiles las hojas organizadoras, como forma de asentar el conocimiento adquirido de los vídeos, y la actividad del Kahoot, ya que les ha parecido entretenida y divertida mientras repasaban los conceptos claves. En general han tenido una percepción de que las actividades realizadas esta unidad didáctica han sido más dinámicas que las que realizaban normalmente.

Finalmente falta comentar los vídeos que crearon los alumnos en los que tenían que hacer un experimento en el que se demostrase una de las leyes de Newton. Gran parte de los estudiantes manifiestan que les ha resultado muy curioso y entretenido y que les ha servido para entenderlas mejor. De hecho hay varios alumnos a los cuales les ha parecido la mejor actividad de la unidad. Por otro lado, hay unos pocos estudiantes que comentan que no les ha servido de nada.

La calificación de los vídeos se puede ver en la siguiente figura:

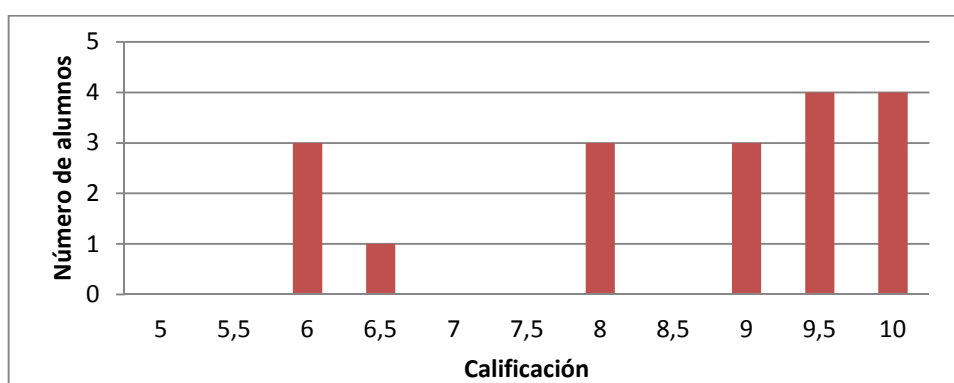


Figura 7: Número de alumnos en función de la calificación obtenida.

Resultados

La figura 3 muestra los resultados recogidos de los cuestionarios realizados por los alumnos. Como se puede comprobar la nota media correspondiente al cuestionario de las leyes de Newton es de un 7,1 y la nota media del cuestionario de la tensión es de un 9,5.

El primer cuestionario tiene tanto preguntas teóricas, que se podían responder viendo meramente el video y prestando atención, como preguntas en las que había que pensar y aplicar el conocimiento adquirido. Revisando las respuestas de los alumnos se comprueba que las preguntas en las que más fallos han tenido son aquellas en las que se introducen conceptos, que aunque no son nuevos, pueden no recordarlos, como son la diferencia entre dirección y sentido, y aquellas en las que hay que pensar y aplicar las leyes a una situación determinada (preguntas 4,5,6,7). En el segundo cuestionario 4 de 5 preguntas son teóricas (preguntas 3 y 4), y son en estas en las que se han cometido más fallos. La última pregunta, en la cual había que aplicar todo lo aprendido hasta ese momento, la han tenido correcta todos los alumnos.

Las figuras 5 y 6 muestran los resultados obtenidos del Kahoot. La media de respuestas acertadas es de 7,3 sobre 12, siendo de un 56% el total de respuestas acertadas.

A partir del resumen de estas respuestas se comprueba que los alumnos tienen ciertos problemas para entender qué es la normal, y que depende del resto de fuerzas implicadas, no es siempre igual al peso. Esta pregunta sólo la acertaron 2 de 9 grupos. Otra pregunta relacionada con la normal fue una de aplicación de la segunda ley de Newton a un problema. Aquí se comprobó como la mayoría de los estudiantes no habían entendido que no importa el peso de la superficie sobre la que está depositado un objeto.

Otra pregunta que tuvo un ratio de acierto muy bajo fue la del coeficiente de rozamiento. Una vez comentada en clase, los alumnos se dieron cuenta de que era distinto el coeficiente de rozamiento de la fuerza de rozamiento. No se habían parado a pensar más allá de leer rozamiento y no habían acabado de entender bien este concepto.

Si comparamos el número de respuestas acertadas en función del tipo de actividad realizada, vemos que la calificación media de los cuestionarios es superior a la del Kahoot. Esto puede ser debido a que los cuestionarios contaban para la evaluación de la

unidad, pero en cambio el Kahoot no, lo que hizo que muchos de los estudiantes no viesen el vídeo y se copiasen entre sí las hojas que tenían que rellenar sobre las fuerzas. Esto provocó un bajo ratio de respuestas acertadas, a pesar de alta motivación que les produjo el Kahoot.

Por otro lado, como manifestaron en la encuesta de opinión, la mayoría de los estudiantes estaban contentos con los cuestionarios ya que les servía para asentar el conocimiento adquirido.

La actividad de los vídeos que realizaron los alumnos en la que tenían que hacer un experimento en el que se aplicase una de las leyes de Newton también obtuvo una buena crítica ya que fueron más conscientes de cómo afectan estas leyes en la vida cotidiana. Sin embargo, hubo ciertos estudiantes que replicaron un experimento de un vídeo que encontraron en internet, y no fueron capaces de entender lo que ocurría y por lo tanto de explicarlo correctamente. Además algunos de ellos poco tenían que ver con las leyes de Newton. Esta actividad también sirvió por lo tanto para ser conscientes de que no toda la información que está en internet es cierta, tienen que desarrollar un espíritu crítico para seleccionar la más conveniente.

En cuanto a las opiniones de los alumnos sobre los vídeos utilizados para la clase invertida, sería conveniente realizar unos cambios para usarlo en un futuro. Habría que rehacer los vídeos realizando la explicación más despacio, poniendo una mayor cantidad de ejemplos y ejercicios sencillos y finalizarlos con uno de mayor dificultad. Además sería conveniente usar un programa que permitiera realizar preguntas durante en vídeo para comprobar que los alumnos han entendido lo que han visto hasta ese momento, y si no, pueden volver a reproducirlo. A pesar de esto, como se ha comentado, los alumnos los consideran una herramienta útil para repasar para el examen.

Discusión y consideraciones finales

El análisis de resultados no muestra un gran rendimiento por parte de los alumnos. A partir de las respuestas dadas por los alumnos en los cuestionarios y las dudas planteadas en clase se pudo comprobar que a menos de que se proponga una buena actividad de reflexión sobre lo visto en el vídeo y que además cuente para la evaluación de la unidad didáctica, el método de enseñanza de la clase invertida no va a tener,

probablemente, un buen resultado. Al menos no cuando se trata de alumnos de secundaria.

Sería interesante dejar mucho más claro cómo funciona la clase invertida, con sus ventajas y evidencias, para que los alumnos sean más receptivos a esta nueva forma de trabajar y se hagan responsables de su propio aprendizaje, ya que como se ha comprobado, y como se mencionaba en otros estudios, ésta era la parte más complicada de conseguir.

Además se comprobó que el Kahoot, aunque es una buena forma de tener conectados a los alumnos en clase, solo se puede utilizar como actividad de reflexión de lo aprendido, y no como evaluación. De ser así, se perdería gran parte de lo que implica la gamificación, los alumnos no estarían motivados y el ambiente del aula sería tenso puesto que pasaría de ser un juego a ser un test, usando el móvil en vez de un lápiz y papel.

Por otro lado, sí que se vio que tiene un gran potencial como juego para recordar y repasar la unidad antes de un examen o después de un puente largo. Además hacerlo esporádicamente puede tener un componente de atracción para los alumnos, pero sería mucho más interesante plantearlo de otra manera. Por ejemplo, hacer un Kahoot u otra forma de gamificación en cada unidad didáctica de forma que se vayan sumando las puntuaciones de cada alumno, pudiendo ver el ranking, y hacerlo hasta llegar a final de curso. Otra forma sería aplicar la gamificación pero a una unidad entera, haciendo todas las actividades con este tipo de metodología.

También se comprobó que los cuestionarios, u otra actividad de evaluación que se propusiese, tienen que realizarla los alumnos después de ver el vídeo y antes de ir a clase, porque en caso contrario no los visualizan, no pudiendo realizar la metodología de la clase invertida, teniendo que explicar los conceptos en la pizarra de una forma tradicional y por lo tanto no pudiendo realizar todas las actividades pensadas para esa sesión.

Hay que hacer gran énfasis en que no es suficiente con mandar ver los vídeos y resolver las dudas posteriormente en clase, es necesario hacer una reflexión sobre lo que han visualizado. Por otro lado, también es cierto, y algunos alumnos lo dejan reflejado en la encuesta, que si no habían entendido algo del vídeo, realizar los cuestionarios les

resultaba complicado. Sin embargo, hay que animarlos a que en esos casos busquen en otras fuentes, como en su libro de texto o en internet lo que no habían comprendido.

Otro factor sobre el que hay que reflexionar es la gran utilidad para los alumnos de realizar experimentos prácticos de aquello visto en la teoría, y así lo han manifestado, ya que de esta forma asientan y entienden mejor los conceptos, mostrando curiosidad y favoreciendo la formulación de hipótesis, la observación y el razonamiento.

Como resumen final de la experiencia, se puede concluir que la clase invertida tiene un gran potencial cuando se realiza correctamente, las TIC son de gran utilidad y ayuda y la gamificación tiene gran potencial motivante. En el caso que nos concierne, a pesar de que los alumnos de la experiencia prefieren la metodología tradicional, la han acogido abiertamente y se ha sabido sacar provecho de esta nueva situación. Como aspectos positivos proporcionados por los alumnos ha sido el poder hacer uso de los vídeos siempre que quisiesen y la variación de las actividades, siendo más dinámicas de las que estaban acostumbrados.

Referencias

Area Moreira, Manuel. (2008). La innovación pedagógica con TIC y el desarrollo de las competencias informacionales y digitales. *Investigación en la escuela*, 64, 5-17.

Bishop, J. L., y Verleger, M. A. (2013). The flipped classroom: A survey of the research. *ASEE national conference proceedings, Atlanta, GA*, 30(9), 1-18.

Blasco, A. C., Lacruz, J. L. y Garrido, J. S. (2016). La clase invertida y el uso de vídeos de software educativo en la formación inicial del profesorado. Estudio cualitativo. @ tic. *revistad'innovació educativa*, (17), 12-20.

De la Gandara, M., Gil, M. y Sanmarti, N. (2002). Del modelo científico de <adaptación biológica> al modelo <adaptación biológica> en los libros de texto de enseñanza obligatoria. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(2), 303-314.

Díez Rioja, J. C., Bañeres Besora, D., y Serra Vizern, M. (2017). Experiencia de gamificación en Secundaria en el Aprendizaje de Sistemas Digitales. *Education in the Knowledge Society*, 18(2), 85-105.

Domínguez Garrido, C., Medina Rivilla, A. y Sánchez Romero, C. (2011) La innovación en el aula: referente para el diseño y desarrollo curricular. *Perspectiva Educacional*, 50(1), 67-86.

Falco, M. (2017). Reconsiderando las prácticas educativas: TICs en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Tendencias pedagógicas*, 29, 59-76.

FLN (Flipped Learning Network) (2014) The Four Pillars of F-L-I-P. Recuperado el 2/5/2019 de <https://flippedlearning.org/wp-content/uploads/2016/07/PilaresFlip.pdf>

González Mariño, J. (2008). TIC y la transformación de la práctica educativa en el contexto de las sociedades del conocimiento. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*, IV (2).

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 12(3), 299-313.

Martín Rodríguez, D. y Santiago Campión, R. (2016). Flipped Learning en la formación del profesorado de secundaria y bachillerato. Formación para el cambio. *Contextos educativos. Revista de educación*, 117-134.

Martínez Navarro, G. (2017). Tecnologías y nuevas tendencias en educación: aprender jugando. El caso de Kahoot. *Opción*, 33(83), 252-277.

Pérez, F. Q. (2016). Aplicación de herramientas de gamificación en física y química de secundaria. *Opción: Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, (12), 327-348.

Mohino Harris, E., Barragán García, M., Barrio Uña, J. A., Contreras González, J. L., Dinis Vizcaíno, L., Godino Gómez, P., ... y Villarejo Villanueva O. (2012). Experimentos de cátedra para la enseñanza y divulgación de la física. *Enseñanza y divulgación*, 263.

Pintor Díaz, P. (2017). Gamificando con Kahoot en evaluación formativa. *Revista Infancia, Educación y Aprendizaje*, 3(2), 112-117.

Ros Gálvez, A., y Rosa García, A. (2015). Uso del vídeo docente para la clase invertida: evaluación, ventajas e inconvenientes. *Vectores de la pedagogía docente actual*, 423-441.

Tucker, B. (2012). The flipped classroom. Online instruction at home frees class time for learning. *Education next*, 82-83.

Vázquez Dorrió, J., García Parada, E., y González Fernández, P. (1994). Introducción de demostraciones prácticas para la enseñanza de la Física en las aulas universitarias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 12(1), 63-65.

Vera, F., Rivera, R., y Fuentes, R. (2013). La Galería de Galileo: Videos de experimentos para la enseñanza de la Física. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 39(especial), 143-151.

Zapata Rojas, J. (2013). Clase invertida como metodología para mejorar las capacidades de resolver problemas en el ámbito de la formación profesional de los estudiantes de pre grado del ciclo regular en el curso de Matemáticas Básica Cero. *Researchgate*. Recuperado el 3/05/2019 de [https://www.researchgate.net/publication/256445638 Clase invertida como metodologia para mejorar las capacidades de resolver problemas en el ambito de la formacion profesional de los estudiantes de pre grado del ciclo regular en el curso de Matematica](https://www.researchgate.net/publication/256445638_Clase_invertida_como_metodologia_para_mejorar_las_capacidades_de_resolver_problemas_en_elambito_de_laformacion_profesional_de_los_estudiantes_de_pre_grado_del_ciclo_regular_en_el_curso_de_Matematica)